



## **TUGAS AKHIR - MO 141326**

### **MANAJEMEN PENJADWALAN BERBASIS RISIKO PADA PROYEK PIPA TRANSMISI GAS GRESIK-SEMARANG**

**ANNISA NURBAITY**

**NRP. 4312 100 133**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D**

**Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 2017**



## FINAL PROJECT - MO 141326

### SCHEDULING MANAGEMENT BASED ON RISK OF PIPE TRANSMISSION GAS GRESIK-SEMARANG PROJECT

ANNISA NURBAITY

NRP. 4312 100 133

SUPERVISORS :

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2017

**MANAJEMEN PENJADWALAN BERBASIS RISIKO PADA PROYEK PIPA  
TRANSMISI GAS GRESIK-SEMARANG**

**Tugas Akhir**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Annisa Nurbaity**

NRP. 4312100133

Disetujui oleh pembimbing tugas akhir :

1. Silvanita, S.T., M.Sc., Ph.D.....(Pembimbing 1)
2. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.....(Pembimbing 2)
3. Agro Wisudawan, S.T., M.T.....(Penguji 1)
4. Whimala L. Dhanista, S.T., M.T.....(Penguji 2)

Surabaya, 27 Juli 2017

# **Manajemen Penjadwalan Berbasis Risiko Pada Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang**

**Nama Mahasiswa : Annisa Nurbaity**

**NRP : 4312 100 133**

**Departemen : Teknik Kelautan**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Dosen Pembimbing : Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D**

**Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc**

## **ABSTRAK**

Perencanaan suatu proyek memiliki batas waktu di mana proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Sehingga, dalam suatu perencanaan proyek diperlukan adanya manajemen penjadwalan yang berguna untuk menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil maksimal dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Manajemen penjadwalan dilakukan untuk menangani ketidakpastian dan dampak negatif terhadap waktu dan biaya dalam penyelesaian proyek. Tugas akhir ini menjelaskan tentang manajemen penjadwalan dalam proyek pembangunan pipa transmisi gas Gresik-Semarang untuk mengetahui perencanaan penjadwalan mana yang paling efektif digunakan sesuai dengan nilai risikonya. Manajemen penjadwalan dalam tugas akhir ini dibantu dengan piranti lunak *Microsoft Project* untuk menemukan lintasan kritis dari data perencanaan penjadwalan proyek yang ada. Lintasan kritis adalah lintasan penjadwalan yang terpanjang dengan waktu penyelesaian tercepat. Hasilnya adalah ditemukan lintasan kritis pada penjadwalan proyek dengan waktu penyelesaian adalah 152 hari. Selanjutnya, perhitungan risiko dilakukan dengan menggunakan metode *House of Risk* (HOR) dan didapatkan bahwa lintasan kritis tersebut memiliki andil 40.98 persen dari seluruh penyebab terjadinya kejadian risiko yang akan dialami.

**Kata Kunci :** *House of Risk* (HOR), Lintasan Kritis, Manajemen Penjadwalan, Pipa, Pipa Transmisi Gas

# **SCHEDULING MANAGEMENT BASED ON RISK OF PIPE TRANSMISSION GAS GRESIK-SEMARANG PROJECT**

**Name : Annisa Nurbaity**

**Reg. Number : 4312 100 133**

**Department : Ocean Engineering**

**Faculty of Marine Technology**

**Sepuluh Nopember Institute of Technology**

**Advisors : Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D**

**Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc**

## **ABSTRACT**

The planning of a project has a time limit on which must be completed before or right at a predetermined time. Thus, in a project planning, it is necessary to have scheduling management that is useful for completing a project to achieve maximum results by considering the constraints that will exists. Scheduling management is undertaken to deal with uncertainties and negative impacts of time and cost in project completion. This final project explains about scheduling management in gas transmission pipeline project Gresik-Semarang to find out which scheduling plan is most effectively used in accordance with its risk value. Scheduling management in this final project is assissted by Microsoft Project software to find the critical path of existing project scheduling planning data. Critical path is the longest scheduling path with the fastest completion time. The result is found a critical path on project scheduling with completion time is 152 days. Furthermore, the calculation of risk is done by using *House of Risk* (HOR) method and it is found that the critical path has a share of 40.98 percent of all causes of the occurence of risk events that will be experienced.

**Keywords :** Critical Path, *House of Risk* (HOR), Project's Scheduling, Pipe, Gas Transmission Pipe

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas akhir ini berjudul **“Manajemen Penjadwalan Berbasis Risiko Pada Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang.”**

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan jenjang Strata-1 S1) pada departemen Teknik Kelautan, FTK, ITS Surabaya. Tugas akhir ini berisi tentang penjadwalan mana yang paling efektif digunakan pada proyek pipa transmisi gas dilihat dari nilai risiko jalur kritisnya.

Tak ada gading yang tak retak, begitu pula dalam penulisan ini. Apabila nantinya terdapat kekeliruan dalam penulisan tugas akhir ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan sarannya.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi pihak yang membacanya. Terima kasih.

Surabaya, Juli 2017

Annisa Nurbaity

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung secara moral, memberikan semangat melalui pesan-pesan dan teleponnya, dan dorongan semangatnya yang tak letih disampaikan agar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang memberikan bimbingan, saran, dan masukan dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang memberikan saran dan wawasan dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan yang memberikan semangat untuk penulis agar secepatnya menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Kepada kakak-kakak dan adik-adik saya yang selalu memberikan perhatiannya pada penulis agar tidak patah semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Pihak-pihak lainnya yang selalu menyemangati dan membantu saya dalam memperbaiki penulisan tugas akhir ini dan tidak bisa saya sebutkan namanya di sini.

Terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak tersebut atas segala dukungan, doa, saran, dan perhatiannya, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

Demikian ucapan terima kasih yang penulis dapat sampaikan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membacanya.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>COVER</b>	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>KATA PENGANTAR</b>	vi
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b>	vii
<b>DAFTAR ISI</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan Masalah	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Manajemen Penjadwalan	6
2.2.1. Penjadwalan Proyek	7
2.2.1.1 Precedence Diagram Method (PDM)	10
2.2.1.2 Lag	12
2.2.1.3 Perhitungan Dalam Precedence Diagram Method (PDM)	13
2.2.2. Piranti Lunak Microsoft Project (Ms Project)	16
2.3. Risiko	21
2.3.1. Risiko Proyek	23
2.3.2. Tahapan Pengelolaan Risiko	24
2.3.2.1 Identifikasi Risiko	24
2.3.2.2 Penilaian Risiko	24
2.3.2.2.1 Metode House of Risk (HOR)	25
2.3.2.2.2 Diagram Pareto	28



2.4. Pipa .....	29
2.5. Gas .....	30

### **BAB III METODOLOGI**

3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....	33
3.2. Prosedur Pengerjaan Tugas Akhir .....	34

### **BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1. Data Penjadwalan Proyek .....	39
4.2. Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek .....	41
4.3. Deskripsi Kegiatan Data Penjadwalan Proyek .....	42
4.4. Penyusunan Microsoft Project .....	45
4.4.1. Hubungan Antar Kegiatan Proyek.....	45
4.4.2. Lintasan Kritis.....	47
4.5. Analisis Risiko Dengan Metode House of Risk (HOR) .....	57
4.5.1. Identifikasi Kejadian Risiko dan Nilai Severity.....	58
4.5.2. Identifikasi Agen Risiko dan Nilai Occurence .....	59
4.5.3. Perhitungan Nilai Aggregate Risk Potential (ARP).....	61
4.5.4. Pengelompokkan Agen Risiko Prioritas Dengan Perhitungan Pareto.....	66

### **BAB V KESIMPULAN**

5.1. Kesimpulan .....	69
5.2. Saran .....	70

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	71
-----------------------------	----

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan PDM Dengan Diagram Batang .....	10
Gambar 2.2 Konstrain PDM .....	11
Gambar 2.3 Perbandingan Jaringan PERT, CPM, dan PDM .....	12
Gambar 2.4 Jaringan PDM Dengan Lag .....	13
Gambar 2.5 Notasi ES, EF, LS, dan LF Pada Jaringan PDM .....	13
Gambar 2.6 Tampilan Awal Ms Project .....	16
Gambar 2.7 Tampilan Menu <i>Shortcut</i> dan <i>Mini Toolbar</i> .....	17
Gambar 2.8 Tampilan Task Name .....	18
Gambar 2.9 Milestone Task .....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	34
Gambar 4.1 Lintasan Kritis .....	56
Gambar 4.2 Diagram Pareto Agen Risiko .....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Ketergantungan Antar Tugas Pada Ms Project.....	20
Tabel 2.2 House of Risk (HOR).....	27
Tabel 4.1 Data Penjadwalan .....	39
Tabel 4.2 Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek.....	41
Tabel 4.3 Deskripsi Kegiatan.....	43
Tabel 4.4 Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek Pada Ms. Project.....	45
Tabel 4.5 Perhitungan Maju.....	48
Tabel 4.6 Perhitungan Mundur.....	50
Tabel 4.7 Total Float.....	52
Tabel 4.8 Total Float Pada Microsoft Project .....	54
Tabel 4.9 Nilai Severity .....	57
Tabel 4.10 Nilai Occurence.....	57
Tabel 4.11 Nilai Correlation.....	57
Tabel 4.12 Identifikasi Kejadian Risiko (Risk Event) dan Nilai Severity.....	58
Tabel 4.13 Agen Risiko dan Nilai Occurence.....	59
Tabel 4.14 Tabel HOR Fase 1 .....	62
Tabel 4.15 Peringkat Agen Risiko.....	65
Tabel 4.16 Pengelompokkan Kategori Agen Risiko Prioritas .....	67

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A** Kuisisioner Penilaian Risiko

**LAMPIRAN B** Tabulasi Data Responden

**LAMPIRAN C** Network Diagram

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Proyek memiliki batas waktu di mana proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Namun, pada kenyataan di lapangan, suatu proyek tidak selalu berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan karena ada faktor-faktor yang menghambat jalannya pengerjaan proyek. Sehingga, diperlukan adanya perencanaan proyek yang baik agar tidak mengganggu aktivitas proyek.

Fungsi perencanaan adalah untuk mengurangi ketidakpastian (Santosa, 2003). Dengan melakukan perencanaan yang baik, seperti apa yang dikerjakan, waktu pengerjaannya, sumber daya, dan lain-lain, maka akan membuat aktivitas yang dilakukan berjalan lebih jelas, pasti, dan efisien. Memperbaiki efisiensi operasi, salah satunya dengan melakukan perencanaan yang baik, akan membuat pelaksanaan proyek berjalan dengan lancar. Oleh sebab itu, perencanaan merupakan faktor penting dalam pengerjaan suatu proyek. Perencanaan suatu proyek berawal dari penjadwalan atau waktu pengerjaan proyeknya.

Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil maksimal dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Untuk menghindari berbagai kendala dan hambatan dalam proses pengerjaan proyek, diperlukan manajemen penjadwalan yang baik. Manajemen penjadwalan dilakukan untuk menangani ketidakpastian dan dampak negatif terhadap waktu penyelesaian proyek.

Proyek pipa transmisi gas adalah suatu proyek besar yang diharapkan dapat memasok gas ke daerah Jawa Timur dan Jawa Tengah pada tahun 2016. Proyek ini tentu membutuhkan suatu perencanaan penjadwalan dan pengendalian yang optimal agar tidak terjadi penyimpangan dalam pengerjaan proyeknya. Dalam tugas akhir ini perencanaan penjadwalan proyek dilakukan dengan menggunakan bantuan piranti lunak *Microsoft Project*. Piranti lunak *Microsoft Project* digunakan untuk mencari lintasan kritis dalam penjadwalan proyek ini.

Selanjutnya, akan dilakukan analisis risiko pada lintasan kritis yang didapatkan dengan menggunakan metode *House Of Risk* (HOR) dan menentukan lintasan kritis manakah yang memiliki nilai agen risiko terkecil, sehingga dapat mengurangi risiko yang terjadi selama pengerjaan proyek berlangsung. Keunggulan dari metode *House of Risk* (HOR) adalah dapat diketahuinya faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya kejadian risiko (*risk agent*). Selain itu, dengan metode ini dapat ditentukan agen risiko prioritas dan persentase risikonya, sehingga dapat dilakukan penanganan risiko yang tepat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dapat diambil dalam tugas akhir ini adalah :

- a. Bagaimana mencari lintasan kritis pada penjadwalan proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang?
- b. Bagaimana hasil analisis risiko pada penjadwalan proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang menggunakan metode *House of Risk* (HOR)?
- c. Agen risiko apa saja yang termasuk dalam kategori prioritas pada penjadwalan proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dalam tugas akhir ini adalah :

- a. Mengetahui lintasan kritis pada penjadwalan proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang.
- b. Menentukan hasil analisis risiko pada penjadwalan proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang dengan metode *House of Risk* (HOR).
- c. Menentukan agen risiko mana saja yang termasuk dalam kategori prioritas pada penjadwalan proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang.

## **1.4 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah dapat menentukan lintasan kritis dalam penjadwalan proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang yang memiliki nilai risiko terkecil. Selain itu, dari tugas akhir ini juga diharapkan dapat diketahui agen risiko yang termasuk dalam kategori prioritas yang dapat menyebabkan terjadinya kejadian risiko yang akan mempengaruhi penjadwalan proyek pipa transmisi gas ini.

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

- a. Penentuan jalur kritis dengan menggunakan piranti lunak *Microsoft Project*.
- b. Data yang di analisis adalah data penjadwalan pada proyek pipa transmisi gas Gresik-Semarang.
- c. Analisis risiko dilakukan dengan menggunakan metode *House Of Risk* (HOR) dan hanya dilakukan analisis Tahap 1.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Dalam penelitian yang sebelumnya tentang manajemen penjadwalan yang dilakukan peneliti-peneliti sebelumnya, antara lain adalah Stephanie dan Dinariana (2016) yang melakukan penelitian tentang penggunaan *Microsoft Project* dalam merencanakan dan mengontrol penjadwalan proyek pada Gedung Rusunawa Universitas Indonesia. Penelitian ini menemukan ada perbedaan antara penjadwalan yang sudah direncanakan dengan praktik di lapangan yang berdampak pada waktu penyelesaian pengerjaan proyek. *Microsoft Project* digunakan untuk mengatur dan merencanakan penjadwalan proyek menggunakan pendekatan durasi penjadwalan, sehingga risiko keterlambatan yang dapat mengganggu jalannya kegiatan proyek dapat diidentifikasi dari tahap perencanaan. Penelitian ini menginformasikan bahwa dengan diketahuinya kemajuan dari masing-masing tahapan kegiatan proyek maka pengerjaan proyek dapat dipantau dengan baik. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu hanya melakukan perencanaan tentang jadwal proyeknya, tanpa mengikutsertakan biaya dan sumber daya lainnya.

Sompie dkk (2013) juga melakukan penelitian seperti yang dilakukan oleh Stephanie dan Dinarina (2016). Penelitian yang dilakukan oleh Sompie dkk (2013) adalah membuat perencanaan dan pengendalian jadwal pekerjaan pada proyek PT. Trakindo Utama New Facility 2011 dengan *Microsoft Project* 2007. Penelitian ini melakukan perhitungan biaya terhadap keterlambatan yang terjadi dan menyusun rencana penanganan untuk jadwal yang mengalami keterlambatan tersebut. Namun, penelitian ini terbatas pada keluaran yang dihasilkan pada *Microsoft Project* tanpa ada analisis dan pemahaman lebih lanjut dalam proses pengolahan dan manajemen konstruksi.

Penelitian lain yang juga menggunakan *Microsoft Project*, Wisal dkk (2000), melakukan kajian tentang perencanaan alokasi material pada proyek Gedung Hotel Tri Star Makassar. Penelitian dilakukan untuk melihat jumlah material yang dibutuhkan dalam kegiatan proyek dan memantau kegiatan proyek pada saat terjadi keterlambatan kedatangan material. Lingkup penelitian ini adalah pada proses manajemen konstruksi yang menyeluruh dimulai dari perencanaan material, penjadwalan pemasukan material ketika proyek berlangsung, dan memantau banyaknya volume alokasi material untuk setiap pekerjaan.

Apabila ada terjadi perubahan volume pekerjaan, maka dapat diketahui dengan melihat *Resource Sheet*, *Resource Graph*, dan *Resource Usage* pada *Microsoft Project*. Keterbatasan penelitian ini yaitu pada kekhususannya pada perencanaan dan pengontrolan sumber daya material.

Tampubolon dkk (2013) juga melakukan penelitian tentang pengelolaan risiko *supply chain* dengan metode *House of Risk* (HOR). Penelitian ini melakukan identifikasi dan analisis risiko-risiko yang mungkin terjadi dalam *supply chain* PT. XYZ sekaligus melakukan mitigasi terhadap risiko-risiko tersebut menggunakan metode *House of Risk* (HOR) ini. Kelebihan dari penelitian ini adalah dilakukan identifikasi risiko secara menyeluruh dan dapat diketahui agen risiko mana saja yang harus diprioritaskan untuk dilakukan mitigasi sesuai dengan hasil *Aggregate Risk Potential* (ARP)-nya. Keterbatasan penelitian ini yaitu pada pengelolaan risiko tidak dilakukan secara menyeluruh, tetapi hanya dikhususkan pada risiko yang terjadi pada *supply chain* saja.

Selanjutnya, Lutfi dan Irawan (2012) juga melakukan penelitian yang serupa dengan yang dilakukan oleh Tampubolon dkk (2013). Penelitian ini juga dilakukan pada rantai pasok PT. XXX menggunakan metode *House Of Risk* (HOR). Kelebihan dari penelitian ini adalah terdapat identifikasi dan mitigasi risiko yang sesuai dengan hasil risiko yang didapatkan dari perhitungan ARP menggunakan metode *House of Risk* (HOR) ini. Keterbatasan penelitian ini yaitu kekhususannya pada identifikasi risiko pada rantai pasok, tidak secara keseluruhan proyek.

## **2.2 Manajemen Penjadwalan**

Manajemen penjadwalan terdiri dari dua kata yaitu manajemen dan penjadwalan. Manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien (Husen, 2009).

Dipohusodo (1996) mengemukakan bahwa manajemen adalah proses terpadu di mana individu-individu sebagai bagian dari organisasi dilibatkan untuk memelihara, mengembangkan, mengendalikan, dan menjalankan program-program yang kesemuanya

diarahkan pada sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung terus-menerus seiring dengan berjalannya waktu.

Penjadwalan menurut Soeharto (1995) adalah pengkoordinasian tentang waktu dalam kegiatan berproduksi, sehingga dapat diadakan pengalokasian bahan-bahan baku dan bahan-bahan pembantu serta perlengkapan kepada fasilitas atau bagian pengolahan dalam pabrik pada waktu yang telah ditentukan. Dalam perencanaan penjadwalan telah disediakan pedoman yang spesifik untuk menyelesaikan suatu aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien (Clough dan Scars, 1991).

Menurut Taha (1996), kriteria manajemen penjadwalan yang efisiensi yaitu dicapainya penurunan terbesar dalam waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek yang bersangkutan dengan tetap mempertahankan kelayakan ekonomi dari penggunaan sumber daya yang tersedia. Jadi, manajemen penjadwalan adalah kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap jadwal kegiatan berproduksi dan sumber-sumber daya terbatas, sehingga dapat mencapai tujuan dan sasaran dengan lebih cepat dan efisien.

Manajemen penjadwalan digunakan untuk mengontrol aktivitas proyek setiap harinya. Adapun aspek-aspek manajemen penjadwalan yaitu menentukan penjadwalan proyek, mengukur dan membuat laporan dari kemajuan proyek, membandingkan penjadwalan dengan kemajuan proyek sebenarnya di lapangan, menentukan akibat yang ditimbulkan oleh perbandingan jadwal dengan kemajuan di lapangan pada akhir penyelesaian proyek, merencanakan penanganan untuk mengatasi akibat tersebut, dan memperbaharui kembali penjadwalan proyek (Clough dan Scars, 1991).

### **2.2.1 Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan proyek adalah daftar urutan waktu operasional proyek yang berguna sebagai pedoman pada saat proyek dilaksanakan. Pada tahap ini harus dibuat suatu daftar pekerjaan sesuai dengan kesatuan aktivitas yang mudah ditangani secara bersamaan (Clough dan Scars, 1991). Langkah-langkah dalam menentukan penjadwalan proyek, yaitu (Soeharto, 1999) :

a. Identifikasi Aktivitas

Proses penjadwalan diawali dengan mengidentifikasi aktivitas proyek. Setiap aktivitas diidentifikasi agar dapat di-monitor dengan mudah dan dapat dimengerti pelaksanaannya, sehingga tujuan proyek yang telah ditentukan dapat terlaksana sesuai dengan jadwal. Dalam mengidentifikasi aktivitas sebaiknya tidak terlalu sedikit dalam pembagiannya karena akan membatasi keefektifan dalam perencanaan dan kontrol dan tidak terlalu banyak dalam pembagiannya karena akan membingungkan bagi penggunaannya. Penentuan jumlah detail tingkatan identifikasi aktivitas adalah berdasarkan :

- Kebutuhan pengguna penjadwalan
- Tipe aktivitas (biaya, keamanan, kualitas)
- Ukuran, kompleksitas, dan tipe proyek
- Pengalaman
- Persediaan informasi yang di dapat
- Karakteristik sumber daya

b. Penyusunan Urutan Kegiatan

Setelah diuraikan menjadi komponen-komponen, lingkup proyek disusun kembali menjadi urutan kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan (jaringan kerja). Di dalam penyusunan urutan kegiatan adalah bagaimana meletakkan kegiatan tersebut di tempat yang benar. Pada penyusunan urutan kegiatan ada beberapa informasi yang harus diperhatikan :

- *Technological constraints*, yang meliputi metode konstruksi, prosedur, dan kualitas.
- *Managerial constraints*, yang meliputi sumber daya, waktu, biaya, dan kualitas.
- *External constraints*, yang meliputi cuaca, peraturan, dan bencana alam.

c. Perkiraan Kurun Waktu (Durasi)

Setelah terbentuk jaringan kerja, masing-masing komponen kegiatan diberikan perkiraan kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan, juga perkiraan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan tersebut. Durasi suatu kegiatan adalah panjangnya waktu pekerjaan dari mulai sampai selesai.

d. Penusunan Jadwal

Penyusunan jadwal ini terdiri dari jaringan kerja yang masing-masing komponen kegiatannya telah diberi kurun waktu kemudian secara keseluruhan di analisis dan di hitung kurun waktu penyelesaian, sehingga dapat diketahui jadwal induk dan jadwal untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Di dalam penyusunan jadwal terdapat jenis aktivitas, urutan setiap aktivitas, durasi aktivitas, kalender (jadwal hari), *milestones*, dan asumsi-asumsi yang diperlukan. Penjadwalan dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu *Master Schedule* dan *Detailed Schedule*. *Master Schedule* berisikan kegiatan-kegiatan utama dari suatu proyek yang dibuat untuk tingkat manajemen eksekutif, sedangkan *Detailed Schedule* berisikan detail kegiatan-kegiatan utama yang dibuat untuk membantu para pelaksana dalam pengerjaan di lapangan.

Menurut Kerzner (2000) manajemen terus mencari teknik kontrol baru dan lebih baik untuk mengatasi kompleksitas, data massa, dan kurun waktu yang sempit yang menjadi ciri khas banyak industri dan lingkungannya yang sangat kompetitif saat ini, serta mencari metode yang lebih baik untuk menyajikan data teknis dan biaya kepada pelanggan. Manajemen penjadwalan telah menjadi sangat penting sejak Perang Dunia II. Metode penjadwalan yang paling umum adalah sebagai berikut (Kerzner, 2000) :

a. Gantt (Bar Charts)

b. Milestone charts

Milestone charts berisi informasi tentang :

- Tanggal mulai proyek
- Tanggal selesai proyek
- Milestone utama lainnya, seperti tinjauan rapat, *prototype* yang tersedia, pengadaan, pengujian, dan sebagainya.
- *Data Items* (sering diabaikan).

c. Garis keseimbangan (*Line of Balance*).

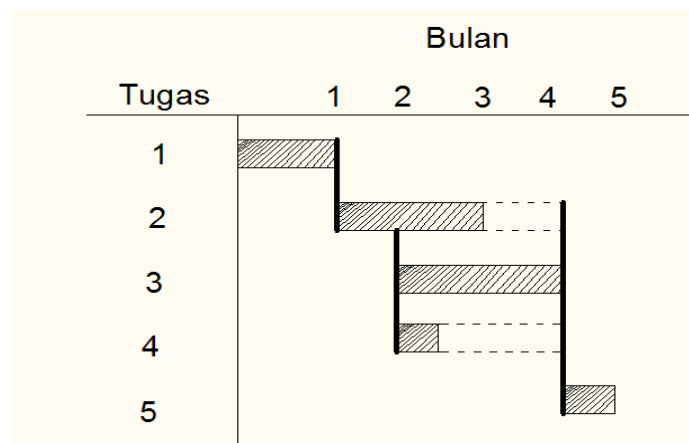
Garis keseimbangan lebih sesuai untuk operasi manufaktur kegiatan produksi. Namun, garis keseimbangan ini dapat juga digunakan untuk kegiatan manajemen proyek di mana jumlah kiriman terbatas harus di produksi dalam jangka waktu tertentu.

- d. Jaringan, yang terdiri dari Program Evaluation and Review Technique (PERT), Critical Path Method (CPM), Precedence Diagram Method (PDM), dan Graphical Evaluation and Review Technique (GERT).

Dalam tugas akhir ini, manajemen penjadwalan yang digunakan adalah metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan perangkat lunak *Microsoft Project*.

#### 2.2.1.1 Precedence Diagram Method (PDM)

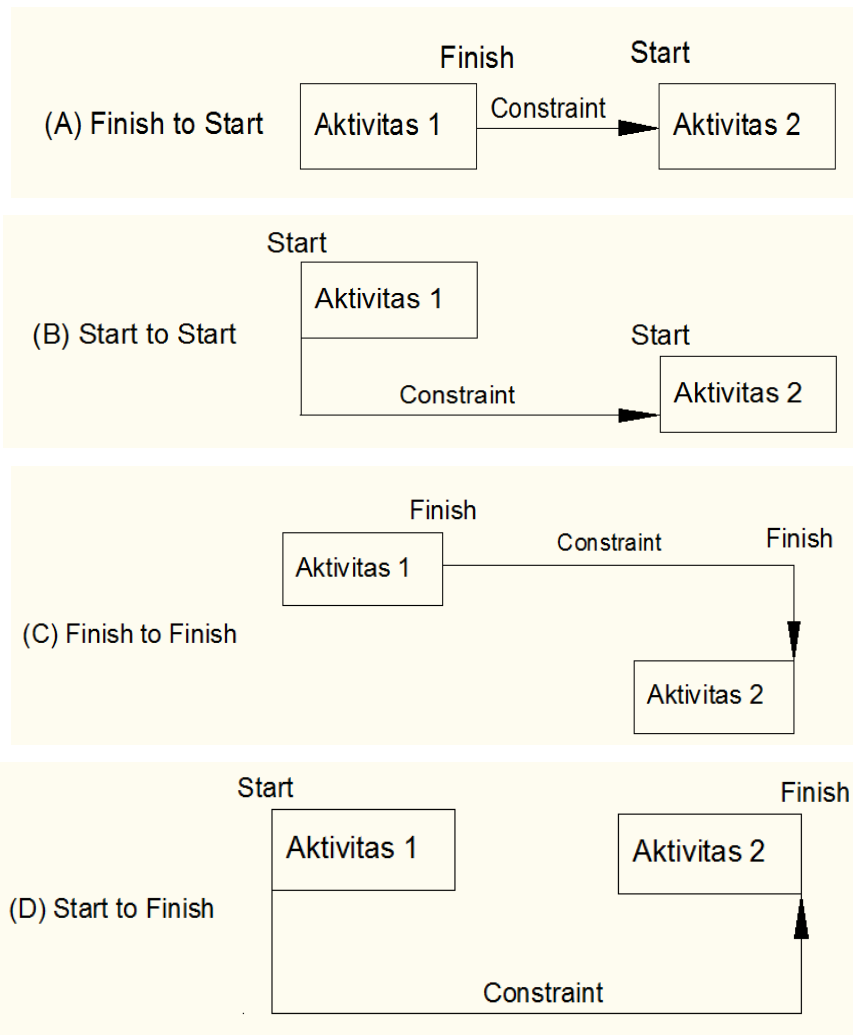
Terlepas dari kecanggihan sistem komputer, *printers* dan *plotters* lebih suka menggambar garis lurus daripada lingkaran. Sebagian besar sistem perangkat lunak saat ini menggunakan PDM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 yang menunjukkan hubungan timbal balik pada diagram batang (Kerzner, 2000).



**Gambar 2.1 Jaringan PDM Dengan Diagram Batang**

Pada Gambar 2.1, tugas 1 dan tugas 2 berhubungan karena garis tebal di antara keduanya. Tugas 3 dan tugas 4 dapat dimulai saat tugas 2 sudah sebagian selesai. Garis putus-putus menunjukkan *slack*. Lintasan kritis dapat diidentifikasi baik dengan meletakkan tanda bintang (\*) di samping elemen kritis, dengan membuat lintasan kritis dalam tinta yang berbeda, atau dengan membuat lintasan kritis menjadi tipe huruf tebal (Kerzner, 2000).

Kerzner (2000) menunjukkan hubungan atau konstrain pada jaringan PDM yang dapat dilihat pada Gambar 2.2. Anak panah mewakili hubungan atau konstrain antar aktivitas.



**Gambar 2.2 Konstrain PDM**

Gambar 2.2A mengilustrasikan konstrain *finish-to-start*. Dalam gambar ini, aktivitas 2 bisa dimulai apabila aktivitas 1 telah selesai. Gambar 2.2B mengilustrasikan konstrain *start-to-start*. Aktivitas 2 tidak dapat dimulai sebelum dimulainya aktivitas 1. Gambar 2.2C mengilustrasikan konstrain *finish-to-finish*. Pada gambar ini, aktivitas 2 tidak bisa selesai sampai aktivitas 1 selesai. Gambar 2.2D mengilustrasikan konstrain *start-to-finish*. Aktivitas 2 selesai apabila aktivitas 1 telah dimulai.

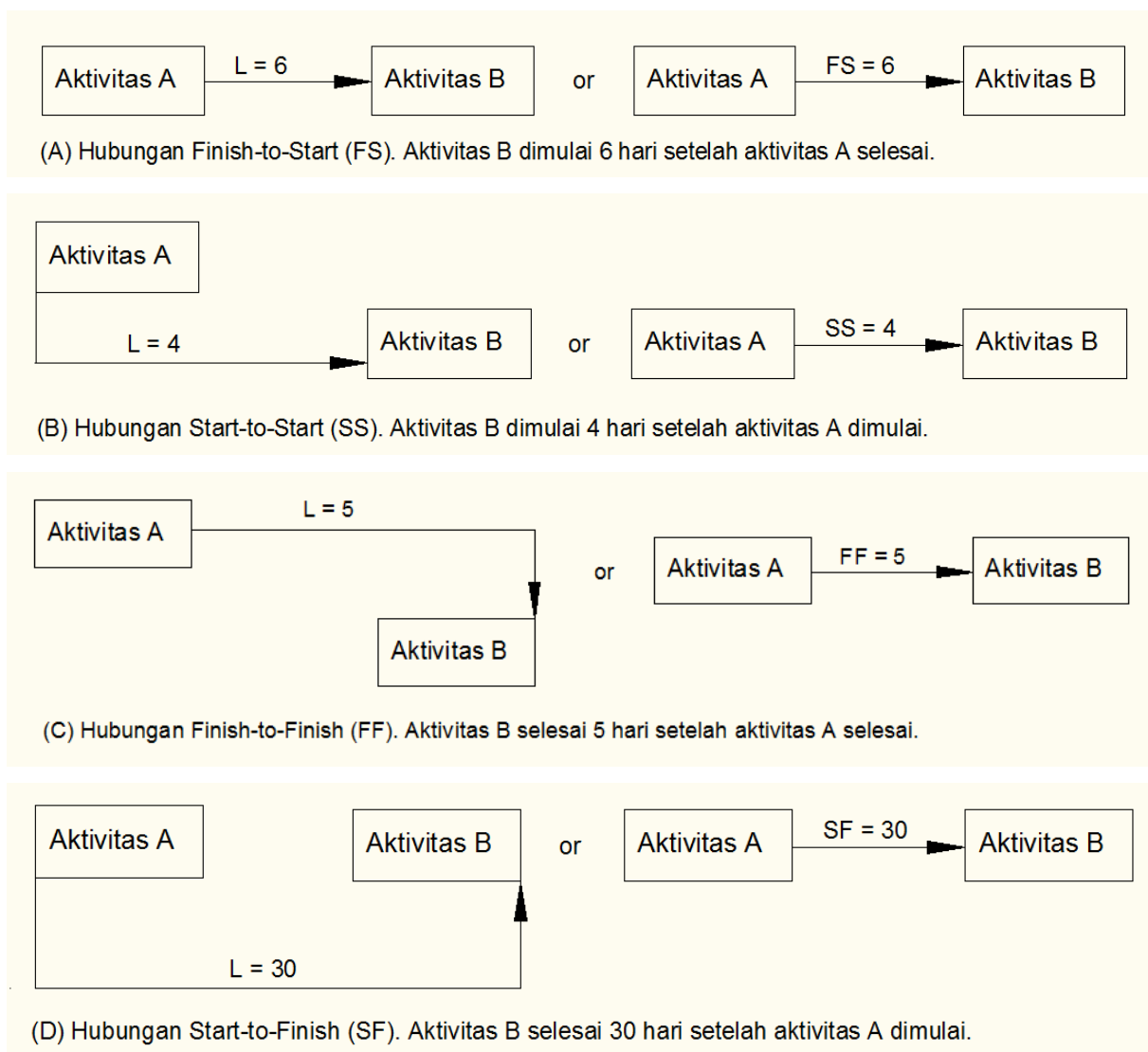
Terdapat perbedaan antara jaringan PERT, CPM, dan PDM. Perbedaan ketiga jaringan itu dapat dilihat pada Gambar 2.3 (Kerzner, 2000).

GENERAL	:	<u>ACTIVITY-ON-ARROW</u>	<u>ACTIVITY-ON-NODE</u>
TIPE	:	<u>PERT</u>	<u>CPM</u>
LOGIC	:	Menggunakan dummies	Menggunakan dummie
			Menggunakan konstrain (Yang berfungsi seperti dummies)

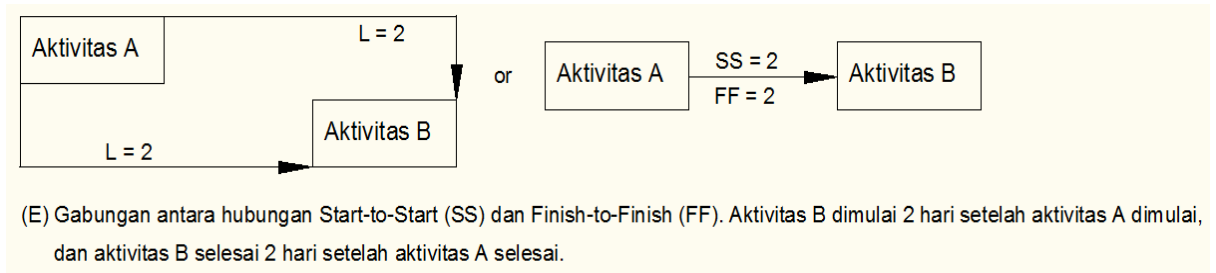
**Gambar 2.3 Perbandingan Jaringan PERT, CPM, dan PDM**

### 2.2.1.2 Lag

Periode waktu antara awal atau akhir dari satu aktivitas dan awal atau akhir aktivitas lain dalam rantai sekuensial disebut dengan *lag* (Kerzner, 2000). Lag biasanya digunakan pada jaringan PDM. Gambar 2.3 menunjukkan lima cara berbeda untuk mengidentifikasi *lag* pada konstrain.







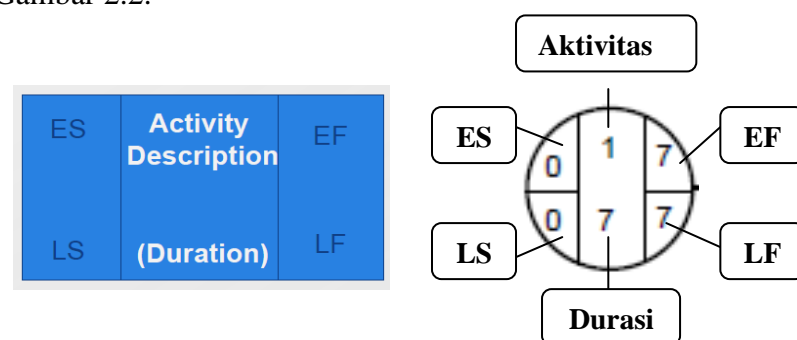
**Gambar 2.4 Jaringan PDM Dengan Lag**

### 2.2.1.3 Perhitungan Dalam Precedence Diagram Method (PDM)

Sebelum melakukan perhitungan, perlu diketahui notasi-notasi apa saja yang digunakan dalam perhitungan pada jaringan PDM. Notasi-notasi tersebut adalah sebagai berikut :

- ES = waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*).
- EF = waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*).  
Apabila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu adalah ES kegiatan berikutnya.
- LS = waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*Latest Allowable Start Time*), yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
- LF = waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Latest Allowable Finish Time*).

Notasi-notasi ES, EF, LS, LF pada jaringan PDM dapat berbentuk lingkaran atau kotak seperti pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.5 Notasi ES, EF, LS, dan LF Pada Jaringan PDM**

Perhitungan yang terdapat pada jaringan PDM ada dua, yaitu perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*). Perhitungan dalam PDM adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Karena ada empat hubungan logis ketergantungan, maka untuk mencari ES dan EF berlaku :

- a. Hubungan kegiatan FF

$$ES_B = EF_A + FF_{AB}$$

$$EF_B = ES_B + D_B$$

- b. Hubungan kegiatan FS

$$ES_B = EF_A + FS_{AB}$$

$$EF_B = ES_B + D_B$$

- c. Hubungan Kegiatan SS

$$ES_B = EF_A + SS_{AB}$$

$$EF_B = ES_B + D_B$$

- d. Hubungan Kegiatan SF

$$ES_B = EF_A + SF_{AB}$$

$$EF_B = ES_B + D_B$$

Jika pada perhitungan maju ada lebih dari satu kegiatan *predecessor* yang hubungan ketergantungannya (konstrain) berlainan, maka diambil ES dan EF yang maksimum.

2. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Karena ada empat hubungan logis ketergantungan, maka untuk mencari LS dan LF berlaku :

- a. Hubungan kegiatan FF

$$LF_A = LS_B - FF_{AB}$$

$$LS_A = LF_A - D_A$$

- b. Hubungan kegiatan FS

$$LF_A = LS_B - FS_{AB}$$

$$LS_A = LF_A - D_A$$

- c. Hubungan Kegiatan SS

$$LF_A = LS_B - SS_{AB}$$

$$LS_A = LF_A - D_A$$

- d. Hubungan Kegiatan SF

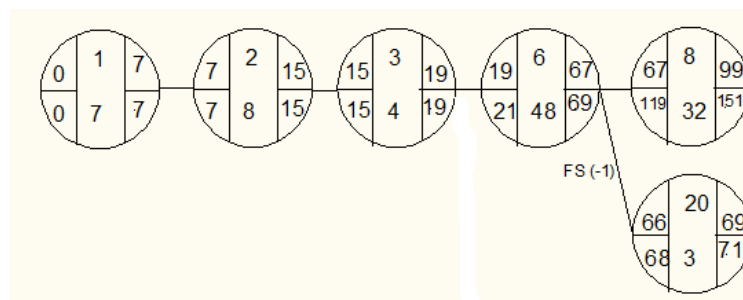
$$LF_A = LS_B - SF_{AB}$$

$$LS_A = LF_A - D_A$$

Jika pada perhitungan ke belakang ada lebih dari satu kegiatan *successor* yang hubungan ketergantungannya (konstrain) berlainan, maka diambil LS dan LF yang minimum.

Cara perhitungan pada jaringan PDM sama dengan cara perhitungan pada jaringan CPM, yang membedakan adalah pada perhitungan maju dan mundur dalam jaringan PDM terdapat empat konstrain yang mempengaruhi. Mencari ES dan EF dalam perhitungan jaringan PDM pada tiap aktivitas dimulai dari *node start* dengan  $ES = 0$ . Jika terdapat lebih dari satu anak panah masuk, maka dipilih nilai EF yang terbesar.

Contoh perhitungan maju pada jaringan PDM adalah sebagai berikut :



- a. Pada aktivitas 1,  $ES = 0$ , Durasi = 7. Maka nilai  $EF = 0 + 7 = 7$ . Begitu pun perhitungan pada aktivitas 2, 3, dan 6, dan 8.
- b. Pada aktivitas 20, terdapat hubungan konstrain FS (-1). Maka, untuk perhitungan nilai ES dan EF adalah :

$$ES_B = EF_A + FS_{AB}$$

$$EF_B = ES_B + D_B$$

di mana A adalah aktivitas sebelumnya, dan B adalah aktivitas 20.  $EF_6 = 67$ ,  $FS_{6-20} = -1$ , Durasi = 3, Maka :

$$ES_{20} = 67 - 1 = 66$$

$$EF_{20} = 66 + 3 = 69$$

### 3. Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah suatu lintasan yang memiliki lintasan terpanjang dengan waktu penyelesaian tercepat. Suatu kegiatan dikatakan kritis di dalam PDM jika :

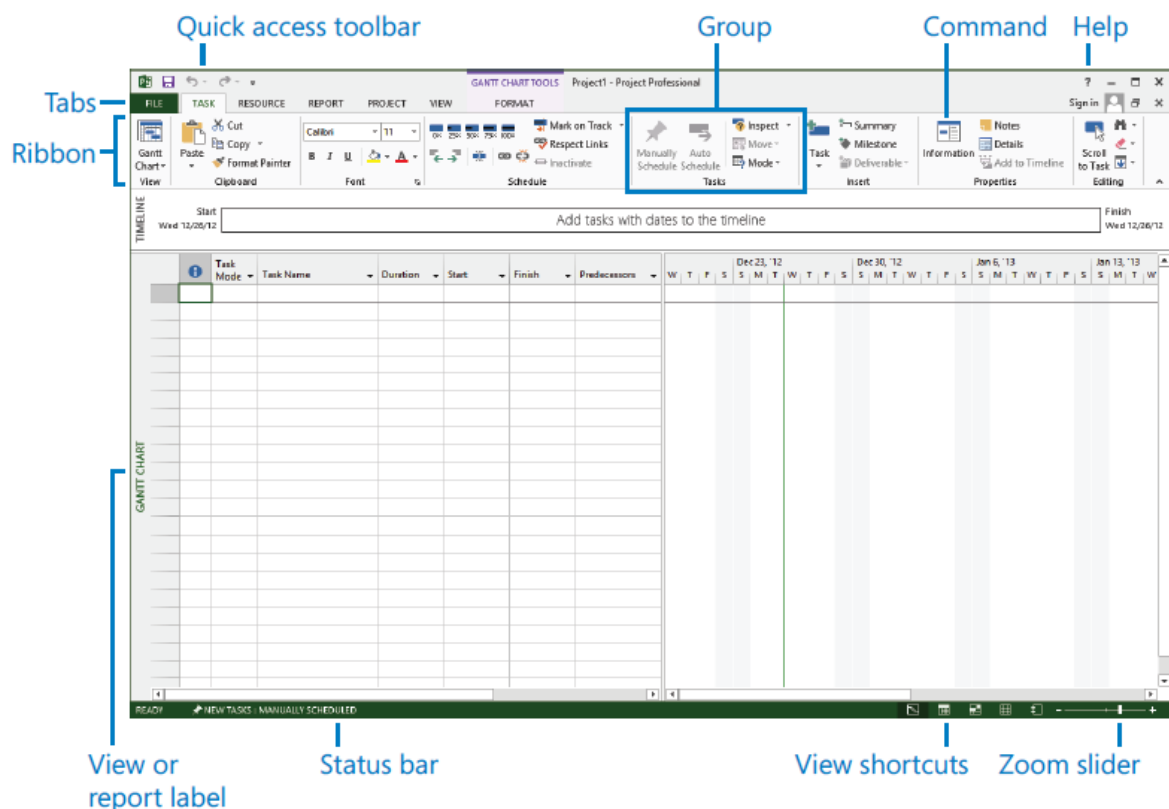
- a. Waktu mulai paling awal dan akhir sama ( $ES = LS$ )
- b. Waktu selesai paling awal dan akhir sama ( $EF = LF$ )
- c. Durasi kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ( $LF - ES = D$ )

- d. Total float = 0 ( $LF - EF = 0$  atau  $LS - ES = 0$ )

Dalam penggunaannya, PDM lebih mudah diselesaikan dengan bantuan program komputer, seperti *Harvard total project manager*, *Project scheduler network*, *Primavera project planner*, *Microsoft project*, dan lain-lain.

### 2.2.2 Piranti Lunak Microsoft Project (Ms Project)

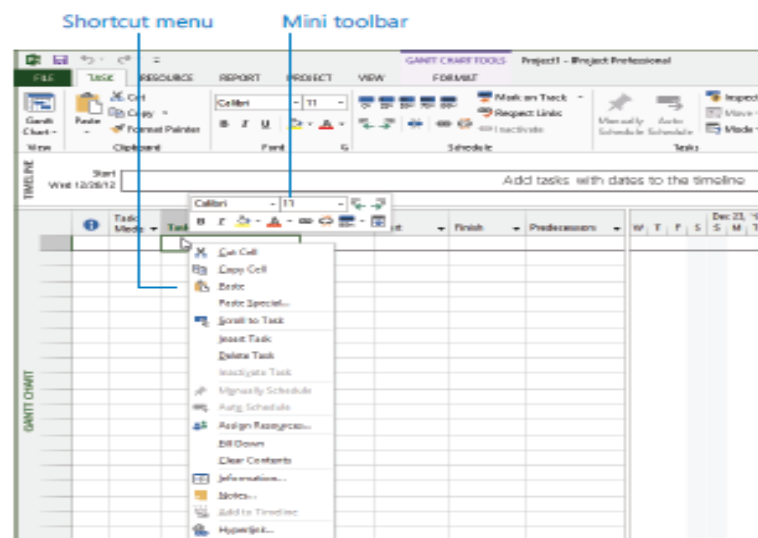
Terdapat berbagai perangkat lunak untuk mendukung optimalisasi pengelolaan penjadwalan proyek. Salah satu perangkat lunak yang populer adalah *Microsoft Project* (Ms Project). Ms Project dikembangkan sejak 1984 dengan basis Ms-DOS. Kemudian, perangkat lunak tersebut dikembangkan dengan basis Windows dan dikenal dengan nama *Microsoft Project* (Harsanto, 2011). Sedangkan, menurut Erizal (2007) Ms Project adalah suatu manajemen proyek perangkat lunak program yang dikembangkan dan dijual oleh Microsoft yang dirancang untuk membantu manajer proyek dalam mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran, dan menganalisis beban kerja. Pada Gambar 2.6 terdapat tampilan awal halaman Ms Project dan bagian-bagiannya.



Gambar 2.6 Tampilan Awal Ms Project

Istilah-istilah pada Gambar 2.6 memiliki deskripsi sebagai berikut (Chatfield dan Johnson, 2013) :

- a. *Quick Access Toolbar*, yaitu area yang dapat disesuaikan di mana dapat ditambahkan perintah yang sering digunakan.
- b. Tabs pada ribbon mengganti menu *pull-down* dan *toolbar* yang mungkin sudah dikenal. Ribbon berisi perintah yang akan digunakan selama pengerjaan proyek.
- c. *Group*, adalah kumpulan perintah yang terkait. Setiap tab dibagi menjadi beberapa kelompok.
- d. *Command*, yaitu fitur spesifik yang digunakan untuk melakukan tindakan dalam proyek. Setiap tab berisi beberapa *command*. Beberapa perintah, seperti *Cut* yang ada di tab *Task*, *Change Working Time* pada tab *Project*, dan sebagainya. Pada *command* dapat dilihat deskripsi sebagian besar perintah dengan mengarahkan *pointer mouse* pada *command* yang diinginkan.
- e. *View or Report Label*, muncul di sepanjang tepi kiri tampilan aktif Ms project. Proyek mencakup puluhan tampilan, jadi ini adalah pengingat praktis tentang tampilan aktif.
- f. *View Shortcuts*, memungkinkan untuk beralih dengan cepat antara beberapa tampilan yang sering digunakan di Proyek.
- g. *Zoom Slider*, memperbesar tampilan aktif yang masuk atau keluar.
- h. *Status Bar*, menampilkan beberapa detail penting seperti mode penjadwalan tugas baru (manual atau otomatis) dan apakah filter telah diterapkan pada tampilan aktif.
- i. *Menu Shortcut dan Mini Toolbar* dapat diakses dengan mengklik kanan sebagian besar item pada sebuah tampilan aktif, seperti yang terlihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7 Tampilan Menu *Shortcut* dan *Mini Toolbar***

j. Nama Tugas (*Task Names*)

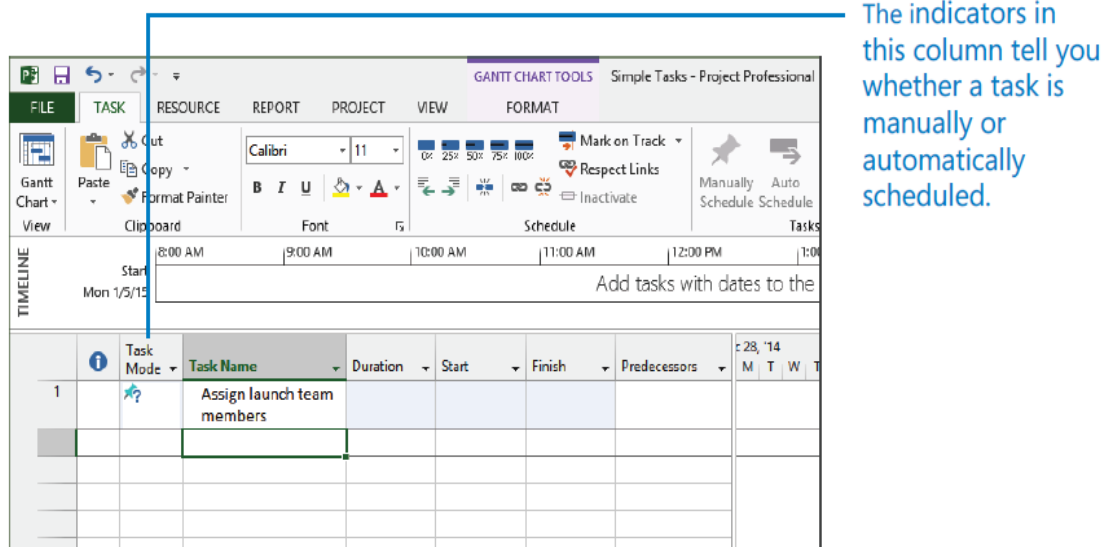
Task merupakan lembar kerja yang berisi tentang rincian pekerjaan. Jenis pekerjaan dalam suatu proyek sering disebut dengan istilah *Task*. Jenis pekerjaan ini ada yang bersifat global, bahkan sampai pada rincian pekerjaan yang bersifat detail.

Nama tugas harus mudah dikenali dan masuk akal bagi orang-orang yang akan mengerjakan proyeknya. Beberapa panduan untuk membuat nama tugas yang baik :

- Menggunakan ungkapan kata kerja singkat yang menjelaskan pekerjaan yang harus dilakukan seperti “Edit Manuskrip.”
- Jika tugas/*tasks* disusun menjadi struktur garis besar, jangan ulangi rincian dari ringkasan nama tugas di *subtask* kecuali jika untuk menambahkan kejelasan.
- Jika tugas memiliki sumber daya yang akan dimasukkan dalam Project, jangan masukkan di *task name*.

Setiap tugas di Project memiliki satu dari dua mode penjadwalan yang mengendalikan bagaimana tugas dijadwalkan : manual (*default*) atau dijadwalkan secara otomatis.

Gambar 2.8 menunjukkan tampilan *Task Name* dalam Ms Project.



**Gambar 2.8 Tampilan Task Name**

k. Durasi (*Duration*)

Durasi tugas mewakili jumlah waktu yang diharapkan akan dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas. Proyek dapat bekerja dengan durasi tugas yang berkisar dari menit ke bulan, tergantung pada cakupan rencana yang disepakati. Memberikan durasi pada tugas adalah satu manfaat penggunaan Ms Project dan pekerjaan dapat lebih terorganisir.

l. Start

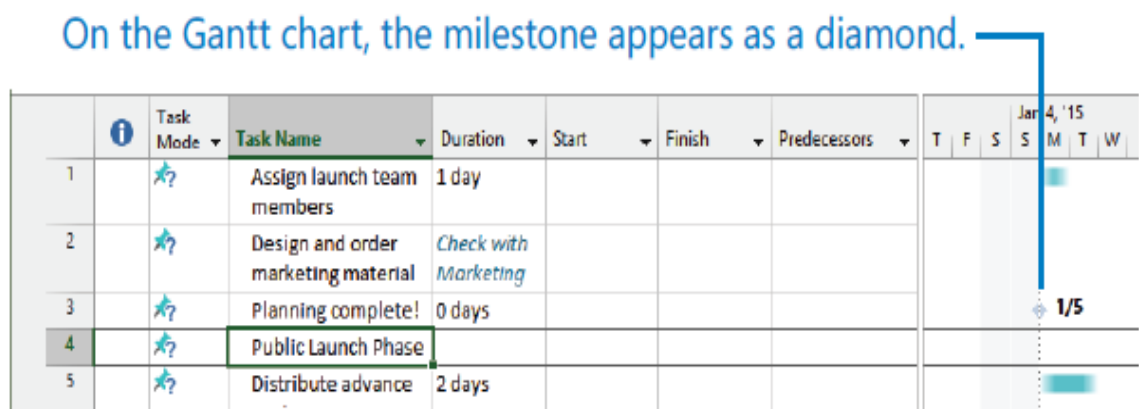
Start adalah tanggal dimulainya aktifitas atau pekerjaan. Nilai start ini dapat diisi pada saat awal pengisian microsoft project, yaitu pada saat perencanaan. Microsoft project dapat dibuat *auto-scheduled*, sehingga tanggal mulai pada semua aktivitas dapat terisi secara otomatis dengan adanya relasi antar pekerjaan.

m. Finish

Finish adalah tanggal berakhirnya pekerjaan. Tanggal finish juga akan terisi secara otomatis jika pada aktifitas sudah diisi tanggal start dan durasi.

n. Milestone Task

Selain memasukkan tugas yang harus diselesaikan, dalam Ms Project dapat diperhitungkan acara penting untuk rencana proyek yang telah dibuat, seperti akhir fase utama dalam penjadwalan proyek. Untuk melakukan ini, dapat dibuat dengan menggunakan *milestone task*. Milestone task adalah peristiwa penting yang dapat dicapai pada perencanaan proyek (seperti penyelesaian fase kerja) atau bersamaan dengan perencanaan proyek (seperti kurun waktu untuk pengajuan dana). Karena *milestone task* biasanya tidak mencakup pekerjaan apapun, maka durasi pengerjaannya adalah nol. Gambar 2.9 adalah contoh *milestone task*.



Gambar 2.9 Milestone Task

o. Dependensi (Ketergantungan)




Hubungan penjadwalan antar tugas disebut dengan dependensi, contoh “awal dari tugas ini bergantung pada penyelesaian tugas sebelumnya.” Sebagian besar rencana membutuhkan tugas yang harus dilakukan dalam urutan tertentu. Misalnya, tugas menulis satu bab buku harus diselesaikan sebelum tugas pengeditan bab bisa terjadi. Kedua tugas ini memiliki hubungan *finish-to-start*, yang memiliki dua aspek :

- Tugas kedua harus terjadi setelah tugas pertama, ini adalah sebuah urutan.

- Tugas kedua hanya bisa terjadi jika tugas pertama selesai, ini adalah ketergantungan.


Dalam Ms Project, tugas pertama (menulis satu bab) disebut pendahulunya (*predecessor*) karena mendahului tugas yang bergantung padanya. Tugas kedua (pengeditan bab) disebut penerus (*successor*) karena berhasil atau mengikuti tugas yang tergantung padanya. Setiap tugas bisa menjadi *predecessor* untuk satu atau beberapa tugas pengganti. Demikian juga tugas apapun bisa menjadi *successor* satu atau lebih tugas pendahulunya. Terdapat empat hubungan ketergantungan pada Ms Project seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Hubungan Ketergantungan Antar Tugas Pada Ms Project**

Hubungan Ketergantungan	Deskripsi	Bentuk Dalam Gantt Chart	Contoh
Finish-to-start (FS)	Tanggal akhir tugas pendahulu ( <i>predecessor</i> ) menentukan tanggal mulai dari tugas penerus ( <i>successor</i> ). Ini adalah hubungan tugas yang biasanya terjadi		Bab sebuah buku harus ditulis sebelum bisa di edit
Start-to-start (SS)	Tanggal awal <i>predecessor</i> menentukan tanggal mulai dari <i>successor</i>		Melakukan <i>page layout</i> dan menyiapkan kertas untuk di cetak berhubungan erat dan harus dimulai bersamaan,
Finish-to-finish (FF)	Tanggal akhir <i>predecessor</i> menentukan tanggal akhir <i>successor</i>		Tugas yang membutuhkan peralatan khusus harus diakhiri saat masa sewa peralatan berakhir



**Tabel 2.1 Hubungan Ketergantungan Antar Tugas Pada Ms Project**

Start-to-finish (SF)	Tanggal mulai <i>predecessor</i> menentukan tanggal akhir dari <i>sucessor</i>		Waktu ketika mencetak harus dimulai ketika tugas pemilihan binder berakhir
-------------------------	---	--	--

p. Lead dan Lag Time

*Lead time* menyebabkan tugas *successor* dimulai sebelum tugas *predecessor* berakhir (terjadi penumpukan waktu).

*Lag time* menyebabkan tugas *successor* dimulai beberapa saat setelah tugas *predecessor* berakhir.

## 2.3 Risiko

Merujuk pada paparan mengenai penggunaan pipa sebagai sarana transportasi fluida, terindikasi bahwa terdapat risiko yang harus dikelola agar tidak mengganggu jalannya sebuah proyek. Menurut Muhlbauer (2004) definisi risiko adalah probabilitas dari suatu peristiwa yang akan dapat menyebabkan kerugian atau kegagalan atau potensi kegagalan. Dalam penelitiannya atas pengelolaan risiko jaringan pipa (*pipeline risk management*), Muhlbauer (2004), melakukan kajian sistem yang digunakan untuk mengatur strategi terhadap sistem jaringan pipa dengan melihat potensi risiko yang ada agar sistem jaringan pipa tersebut tetap dapat mengalirkan fluida kepada pelanggan sesuai nominasi kapasitas yang ditentukan.

Risiko menurut Scott dan Bringham (2000) adalah kondisi pembuatan keputusan yang di dalamnya diketahui probabilitas suatu alternatif tertentu yang akan mengarah pada sasaran atau hasil yang diinginkan. Probabilitas adalah pengukuran statistik tentang peluang suatu peristiwa. Risiko diukur berdasarkan nilai probabilitas suatu peristiwa dan dampak yang ditimbulkan oleh peristiwa tersebut. Formula umum yang digunakan untuk melakukan perhitungan nilai risiko dalam AS/NZS 4360 (2004) adalah :

$$\begin{aligned} \text{Risiko} &= \text{Konsekuensi dari peristiwa} \times \text{Probabilitas dari peristiwa} \\ &= \text{Consequence} \quad \times \quad \text{Likelihood} \end{aligned}$$

Menurut Vaughn dan Elliott (1978), risiko didefinisikan sebagai :

- a. Kesempatan untuk rugi (*the chance of loss*)
- b. Kemungkinan kerugian (*the possibility of loss*)
- c. Ketidakpastian (*uncertainty*)
- d. Penyimpangan kenyataan dari hasil yang diharapkan (*the dispersion of actual from expected result*)
- e. Probabilitas suatu hasil yang berbeda dari yang diharapkan (*the probability of any outcome different from the one expected*).

Kolluru (1996) membagi risiko menjadi lima macam, yaitu :

- a. Risiko Keselamatan (*Safety Risk*)  
Risiko ini secara umum memiliki ciri-ciri antara lain probabilitas rendah, tingkat paparan yang tinggi, tingkat konsekuensi kecelakaan yang tinggi, bersifat akut dan menimbulkan efek secara langsung. Tindakan pengendalian yang harus dilakukan dalam respon tanggap darurat adalah dengan mengetahui penyebabnya secara jelas dan lebih fokus pada keselamatan manusia dan pencegahan timbulnya kerugian terutama pada area tempat kerja.
- b. Risiko Kesehatan (*Health Risk*)  
Risiko ini memiliki ciri-ciri antara lain memiliki probabilitas yang tinggi, tingkat paparan yang rendah, konsekuensi yang rendah, memiliki masa laten yang panjang, efek tidak langsung terlihat dan bersifat kronik. Hubungan sebab akibatnya tidak mudah ditentukan. Risiko ini fokus pada kesehatan manusia terutama yang berada di luar tempat kerja atau fasilitas lainnya.
- c. Risiko Lingkungan dan Ekologi (*Environmental and Ecological Risk*)  
Risiko ini memiliki ciri-ciri antara lain melibatkan interaksi yang beragam antara populasi dan komunitas ekosistem pada tingkat mikro maupun makro, ada ketidakpastian yang tinggi antara sebab dan akibat, risiko ini fokus pada habitat dan dampak ekosistem yang mungkin bisa bermanifestasi jauh dari sumber risiko.
- d. Risiko Kesejahteraan Masyarakat (*Public Welfare/Goodwill Risk*)  
Ciri dari risiko ini lebih berkaitan dengan persepsi kelompok atau umum tentang *performance* sebuah organisasi atau produk, nilai properti, estetika, dan penggunaan sumber daya yang terbatas. Fokusnya pada nilai-nilai yang terdapat dalam masyarakat dan persepsinya.

e. Risiko Keuangan (*Financial Risk*)

Ciri-ciri risiko ini antara lain memiliki risiko yang jangka panjang dan jangka pendek dari kerugian properti yang terkait dengan perhitungan asuransi dan pengembalian investasi. Fokusnya diarahkan pada kemudahan pengoperasian dan aspek finansial. Risiko ini pada umumnya menjadi pertimbangan utama khususnya bagi *stakeholder*, seperti para pemilik perusahaan atau pemegang saham dalam setiap pengambilan keputusan dan kebijakan organisasi, di mana setiap pertimbangan akan selalu berkaitan dengan finansial dan mengacu pada tingkat efektivitas dan efisiensi.

### 2.3.1 Risiko Proyek

Dipohusodo (1995) menyatakan bahwa suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran, dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan.

Merujuk pada pengertian risiko dan proyek, penulis dapat menyimpulkan bahwa risiko proyek adalah risiko yang secara potensial dapat mendatangkan kerugian dalam upaya mencapai sasaran proyek. Dalam proyek terdapat beberapa tipikal risiko yang mungkin terjadi :

- a. Gagal menyelesaikan jadwal yang telah ditetapkan untuk pekerjaan perancangan/design dan konstruksi.
- b. Gagal memperoleh persetujuan mengenai garis besar perencanaan dalam kurun waktu yang direncanakan selama program perancangan.
- c. Bencana Alam.
- d. Klaim kerugian dari kontraktor akibat keterlambatan produksi.
- e. Kenaikan harga material dan tenaga kerja yang tidak diharapkan.
- f. Gagal menyelesaikan proyek dalam anggaran yang telah ditetapkan.
- g. Kecelakaan kerja di lokasi proyek selama masa konstruksi yang mengakibatkan luka fisik.
- h. Keadaan cuaca yang buruk sehingga mengalami keterlambatan proyek, dll.

Risiko yang dihadapi proyek bergantung pada asumsi dan perkiraan yang digunakan. Pengelolaan risiko dalam proyek perlu didukung kemampuan untuk mengantisipasi kemunculan risiko dan untuk mengetahui risiko yang mungkin berpengaruh pada proyek.

Pengoperasian pipa adalah sistem yang relatif kompleks yang melibatkan sejumlah proses dan penggunaan teknologi. Pipa harus terintegrasi dengan semua komponen sehingga mampu menahan semua beban, termasuk beban *hope stress* yang dikarenakan tekanan operasi, ditambah dengan margin keselamatan operasional yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, apabila pipa tidak beroperasi dengan baik, maka akan menimbulkan risiko bagi pekerja, aset perusahaan, maupun lingkungan yang ada disekitar pipa. Pada tugas akhir ini dilakukan kajian terhadap pengelolaan risiko yang berpotensi terjadi pada tahap penjadwalan dalam perencanaan pembangunan pipa.

## **2.3.2 Tahapan Pengelolaan Risiko**

### **2.3.2.1 Identifikasi Risiko**

Metode dan pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko tergantung pada proses penentuan konteks manajemen risiko. Proses identifikasi risiko dapat menggunakan berbagai metode, antara lain metode berbasis *brainstorming*, *check list*, *flowcharting*, dan lain lain.

Metode yang akan digunakan untuk mengidentifikasi risiko merupakan lanjutan dari metode yang digunakan pada tahapan menentukan konteks manajemen risiko. Identifikasi risiko disesuaikan dengan proses yang dilakukan. Risiko yang potensial adalah risiko yang memiliki frekuensi terjadi yang tinggi dan memiliki pengaruh besar bagi pencapaian sasaran proyek.

### **2.3.2.2 Penilaian Risiko**

Penilaian risiko didefinsikan sebagai fungsi matematika dari probabilita dan konsekuensi. Target penilaian risiko adalah untuk mengidentifikasi potensi kecelakaan, kegagalan, menganalisis penyebabnya, dan mengevaluasi efek dari tindakan pengurangan risiko.

Terdapat dua pendekatan dalam melakukan penilaian risiko, yaitu menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantatif. Pendekatan kualitatif menilai risiko dengan menggunakan sistem indeks, yang didasarkan pada data dasar jaringan pipa gas dan juga untuk mengidentifikasi jalur kritis terjadinya potensi risiko. Data dasar yang digunakan meliputi panjang pipa, laju alir, kepadatan populasi, gangguan eksternal dan lain-lain. Hasil analisis pendekatan kualitatif adalah nilai risiko kualitatif.

Pendekatan kuantitatif menilai risiko dengan menggunakan simulasi numerik, termasuk perhitungan kemungkinan dan konsekuensi kuantitatif yang berbeda. Simulasi numerik yang dilakukan didasarkan pada model fisik dan kimia sebagai hubungan efek dosis fisiologis manusia. Hasil keluaran dari pendekatan kuantitatif adalah berupa nilai risiko individu dan risiko sosial.

#### **2.3.2.2.1 Metode *House of Risk* (HOR)**

Analisis Risiko yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *House Of Risk* (HOR). Metode ini memiliki kelebihan dengan mengetahui agen risiko mana saja yang memiliki pengaruh dalam berjalannya suatu proyek, sehingga dapat dilakukan penanganan risiko yang sesuai.

Pujawan dan Geraldin (2009) menggunakan metode *House Of Risk* (HOR) untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengukur serta memitigasi risiko yang berpotensi timbul dalam suatu proyek. Menurut Pujawan dan Geraldin (2009), penerapan *House Of Risk* (HOR) terdiri dari dua tahap sebagai berikut :

- a. *House Of Risk* (HOR) 1, digunakan untuk mengidentifikasi kejadian dan agen risiko yang berpotensi terjadi risiko. Hasil dari *House Of Risk* (HOR) 1 adalah pengelompokan agen risiko ke dalam agen risiko prioritas sesuai dengan *Aggregate Risk Potential* (ARP) dan Diagram Pareto.
- b. *House Of Risk* (HOR) 2, digunakan untuk perancangan strategi mitigasi yang dilakukan untuk penanganan agen risiko prioritas. Hasil dari *House Of Risk* (HOR) 1 akan digunakan sebagai data awal pada *House Of Risk* (HOR) 2.

Dan juga *House Of Risk* (HOR) 2 memberikan prioritas langkah proaktif yang efektif kemampuan keuangan dan *resources* lainnya. Adapun langkah-langkah dari *House Of Risk* (HOR) 2, antara lain :

- Menentukan beberapa risk agent dengan ranking teratas untuk dijadikan penyebab risiko yang akan diprioritaskan untuk ditangani.
- Mengidentifikasi langkah *Proactive Action* (PA) yang relevan untuk mencegah risk agent.
- Menentukan tingkat hubungan antara masing-masing PA dan *risk agent*.
- Menghitung total efektivitas masing-masing *proactive action*.
- Menilai tingkat kesulitan (Dk) dalam melaksanakan PA.

- Menghitung rasio total efektivitas dengan tingkat kesulitan.
- Memberikan ranking prioritas pada *proactive action* yang paling efektif mengurangi terjadinya risiko sesuai kemampuan perusahaan.

Dalam penelitian ini, analisis risiko hanya akan dilakukan sampai tahap *House Of Risk* (HOR) 1. Langkah-langkah dalam *House Of Risk* (HOR) 1 adalah sebagai berikut (Pujawan dan Geraldin, 2009):

- Mengidentifikasi terjadinya kejadian risiko (*Risk Event*, Ei).  
Risiko ini merupakan semua kejadian yang mungkin terjadi pada pelaksanaan proyek.
- Menilai tingkat dampak atau keparahannya (*Severity*, Si).  
Nilai *severity* ini menyatakan seberapa besar gangguan yang ditimbulkan oleh suatu kejadian risiko terhadap pelaksanaan proyek.  
Nilai *severity* terdiri dari 1, 2, 3, dan 4. Dimana 1) menunjukkan bahwa dampak yang terjadi sangat kecil sekali (dapat diabaikan nilainya), 2) menggambarkan bahwa dampak terjadi memiliki pengaruh yang kecil terhadap berlangsungnya proyek (*no injuries, low financial loss*), 3) berarti dampak yang ditimbulkan dalam kategori sedang terhadap keberlangsungan kegiatan proyek (*first aid treatment, medium financial loss*), dan 4) menunjukkan bahwa dampak yang terjadi termasuk dalam kategori serius (*medical treatment requires, high financial loss*).
- Mengidentifikasi agen penyebab risiko (*Risk Agent*, Aj), yaitu faktor apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya kejadian risiko yang telah teridentifikasi.
- Menentukan nilai peluang kemunculan (*Occurance*, Oj) suatu agen risiko.  
*Occurance* ini menyatakan tingkat peluang kemunculan suatu agen risiko, sehingga mengakibatkan munculnya satu atau beberapa dampak risiko. Nilai *occurrence* terdiri dari 1, 2, dan 3. 1) berarti hanya terjadi sekali dalam sebulan, 2) berarti terjadi sekali dalam seminggu, dan 3) berarti terjadi sekali dalam sehari.
- Mengukur nilai korelasi (*Correlation*, Rij) antara suatu kejadian risiko dengan agen penyebab risiko.  
Apabila suatu *risk agent* menyebabkan timbulnya suatu kejadian risiko, maka dapat dikatakan terdapat korelasi. Nilai korelasi terdiri dari 0, 1, 3, 9, di mana 0) menunjukkan tidak ada hubungan korelasi, 1) menggambarkan hubungan korelasi kecil, 3) menggambarkan korelasi sedang, dan 9) menggambarkan korelasi tinggi.

- f. Menghitung nilai indeks prioritas risiko atau *Aggregate Risk Potential* (ARPj).  
Indeks prioritas ini akan digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan prioritas penanganan risiko dalam pemasukan data pada *House Of Risk* (HOR) 2 dan menentukan agen atau penyebab risiko mana yang paling berpengaruh dalam keberlangsungan suatu proyek. Perhitungan nilai ARP adalah sebagai berikut :

$$ARP_j = O_j \sum S_i.R_{ij} \dots\dots\dots (2.1)$$

Penggambaran tabel House of Risk (HOR) dapat dilihat pada Tabel 2.2. sebagai berikut :

**Tabel 2.2 House of Risk (HOR)**

Business Process	Risk Event (Ei)	Risk Agent (Aj)					Severity of Risk Event (Si)
		A1	A2	A3	A4	A5	
	E1	R11	R12	R13			S1
	E2	R21	R22				S2
	E3	R31					S3
	E4	R41					S4
	E5						S5
<b>Occurance of Agent (Oj)</b>		O1	O2	O3	O4	O5	
<b>Aggregrate Risk Potential (ARPj)</b>		ARP1	ARP2			ARP5	
<b>Priority Rank of Agent (Pj)</b>		P1	P2			P5	

Keterangan :

- Aj : *Risk Agent* (Faktor Penyebab Terjadinya Kejadian Risiko)  
 Ei : *Risk Event* (Kejadian/Peristiwa Risiko)  
 Si : *Severity* (Dampak Kejadian Risiko)  
 Oj : *Occurance* (Peluang Munculnya *Risk Agent*)  
 ARPj : *Aggregrate Risk Potential* (Indeks Prioritas Risiko)  
 Rij : Korelasi Antara *Risk Agent* dan *Risk Event*

Pj : Peringkat Agen Risiko Prioritas Berdasarkan Nilai ARP dari yang Terbesar ke Terkecil

#### **2.3.2.2.2 Diagram Pareto**

Dalam penanganan risiko tidak semua agen risiko mendapatkan sebuah penanganan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu dari sisi biaya yang dikeluarkan dalam proses penanganan dan tingkat dampak yang ditimbulkan dianggap terlalu kecil. Dengan demikian, tidak semua agen risiko ditangani oleh pemilik proyek, kecuali agen risiko yang dianggap prioritas.

Diagram Pareto adalah diagram yang dikembangkan oleh seorang ahli ekonomi Italia yang bernama Vilfredo Pareto pada Abad XIX (Nasution, 2004). Penentuan kategori agen risiko prioritas dilakukan dengan menggunakan hukum Pareto atau dikenal dengan hukum 80 : 20. Aplikasi hukum Pareto pada risiko adalah bahwa 80% kerugian pemilik proyek diakibatkan oleh 20% risiko yang krusial. Dengan memfokuskan 20% risiko yang krusial, maka dampak risiko pemilik proyek sebesar 80% dapat teratasi.

Menurut Mitra (1993) dan Besterfield (1998), proses penyusunan diagram pareto terdiri dari enam langkah, yaitu :

- a. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalkan berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
- b. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik-karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.
- c. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
- d. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
- e. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
- f. Menggambar diagram batang yang menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapatkan perhatian.



## 2.4 Pipa

Pipa merupakan teknologi dalam mengalirkan fluida seperti minyak, gas atau air dalam jumlah yang sangat besar dan jarak jauh melalui laut dan daerah tertentu. Dengan kata lain pipa adalah sarana yang banyak digunakan untuk mentransmisikan fluida pada industri minyak dan gas dengan jalur darat atau jalaurlaut.

Penggunaan pipa cukup beragam, antara lain digunakan untuk menyalurkan fluida dari sumur menuju tempat pengolahan atau antar bangunan anjungan lepas pantai atau dari anjungan lepas pantai ke darat. Pada industri minyak dan gas, pipa logam merupakan jenis pipa yang paling banyak digunakan terutama yang terbuat dari baja. Hal ini disebabkan karena data tentang keandalannya dan aturan perancangannya pipa baja sudah tersedia lengkap.

Adapun beberapa faktor utama yang mempengaruhi desain dari sistem pipa antara lain sifat fluida, kondisi desain, lokasi pemasok dan konsumen pengguna, kode dan standar, rute topografi, akses, material, pelaksanaan konstruksi, sistem pengoperasian, dan integritas jangka panjang. Pipa sebagai sarana transportasi fluida harus mempunyai beberapa kriteria sebagai berikut :

- a. Mampu menahan tekanan akibat fluida di dalamnya.  
Untuk mengalirkan fluida dari satu titik ke titik lainnya memerlukan suatu perbedaan tekanan. Tanpa perbedaan tekanan tersebut fluida tersebut tidak akan dapat mengalir. Selain itu, untuk suatu proses tertentu hanya dapat terlaksana pada tekanan tertentu, sehingga suatu pipa harus mampu menahan beban akibat tekanan tersebut supaya fluida di dalamnya tidak mengalami kebocoran dan mengalir keluar.
- b. Mampu mengatasi gaya gesek akibat aliran fluida  
Aliran fluida di dalam pipa akan mengakibatkan gaya gesek terhadap dinding pipa akibat adanya viskositas dari fluida dan kecepatan alirannya. Semakin besar viskositas fluida tersebut akan semakin besar gaya gesek yang ditimbulkan fluida tersebut.
- c. Mampu mengatasi momen akibat gaya berat pipa (beban statik) dan fluida di dalamnya (beban dinamik) serta akibat gaya-gaya luar.  
Berat pipa beserta fluida di dalamnya yang tidak kecil harus mampu ditahan oleh tumpuan dan sambungan *flange* yang ada. Semakin panjang jarak tumpuannya, maka semakin berat momen yang dihasilkan, sehingga memerlukan kekuatan tumpuan dan sambungan *flange* yang lebih besar.

- d. Mampu mengatasi beban *fatigue*  
Dengan adanya beban *fatigue* dapat mengakibatkan jenis kegagalan tersendiri terhadap pipa, sehingga sebuah pipa harus memiliki kemampuan untuk menahan beban *fatigue*.
- e. Mampu mengatasi beban termal  
Fluida di dalam pipa beroperasi pada temperatur yang berbeda-beda tergantung pada proses yang dilakukan. Temperatur yang tinggi mengakibatkan material pipa mengalami ekspansi yang diakibatkan oleh temperatur yang tinggi.

## 2.5 Gas

Gas merupakan bagian tak terpisahkan dari studi kimia, sifat fisik gas tergantung pada struktur molekul gasnya dan sifat kimia gas juga tergantung pada strukturnya. Perilaku gas yang ada sebagai molekul tunggal adalah contoh yang baik kebergantungan sifat makroskopik. Adapun gas memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Gas bersifat transparan.
- b. Gas terdistribusi merata dalam ruang apapun bentuk ruangnya.
- c. Gas dalam ruang akan memberikan tekanan ke dinding.
- d. Volume gas sama dengan volume wadahnya. Bila gas tidak diwadahi, volume gas akan menjadi tak hingga besarnya, dan tekanannya akan menjadi tak hingga kecilnya.
- e. Gas berdifusi ke segala arah tidak peduli ada atau tidak tekanan luar.
- f. Gas dapat ditekan dengan tekanan luar. Bila tekanan luar dikurangkan gas akan mengembang.
- g. Bila dipanaskan gas akan mengembang, bila didinginkan akan mengerut.

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan gas bumi serta membaiknya harga gas bumi di dalam negeri, maka produsen gas bumi aktif melakukan kegiatan eksplorasi untuk menemukan cadangan gas baru. Pemanfaatan gas bumi di dalam negeri sampai saat ini masih belum optimal, karena masih terbatasnya kapasitas pasokan gas yang ada serta tidak seimbangnya peningkatan konsumsi gas bumi dengan peningkatan kapasitas pasokannya.

Berdasarkan data dari BP World Energi Report, 2010 sumber gas Indonesia terbesar berada di pulau Sulawesi, Maluku, dan Papua, sedangkan kebutuhan energi yang besar berada di pulau Jawa yang hingga saat ini masih belum ada sarana transportasi atau infrastruktur yang memadai yang menghubungkan sumber-sumber gas di Pulau Sulawesi,

Maluku dan Papu ke pusat-pusat konsumen, baik untuk kebutuhan ekspor maupun kebutuhan domestik.

Merujuk pada RJPMN, Pemerintah Indonesia mempunyai rencana untuk mengintegrasikan jaringan transmisi dan distribusi gas bumi di Indonesia sesuai dengan Rencana Induk Jaringan Transmisi dan Distribusi Gas Bumi Nasional.

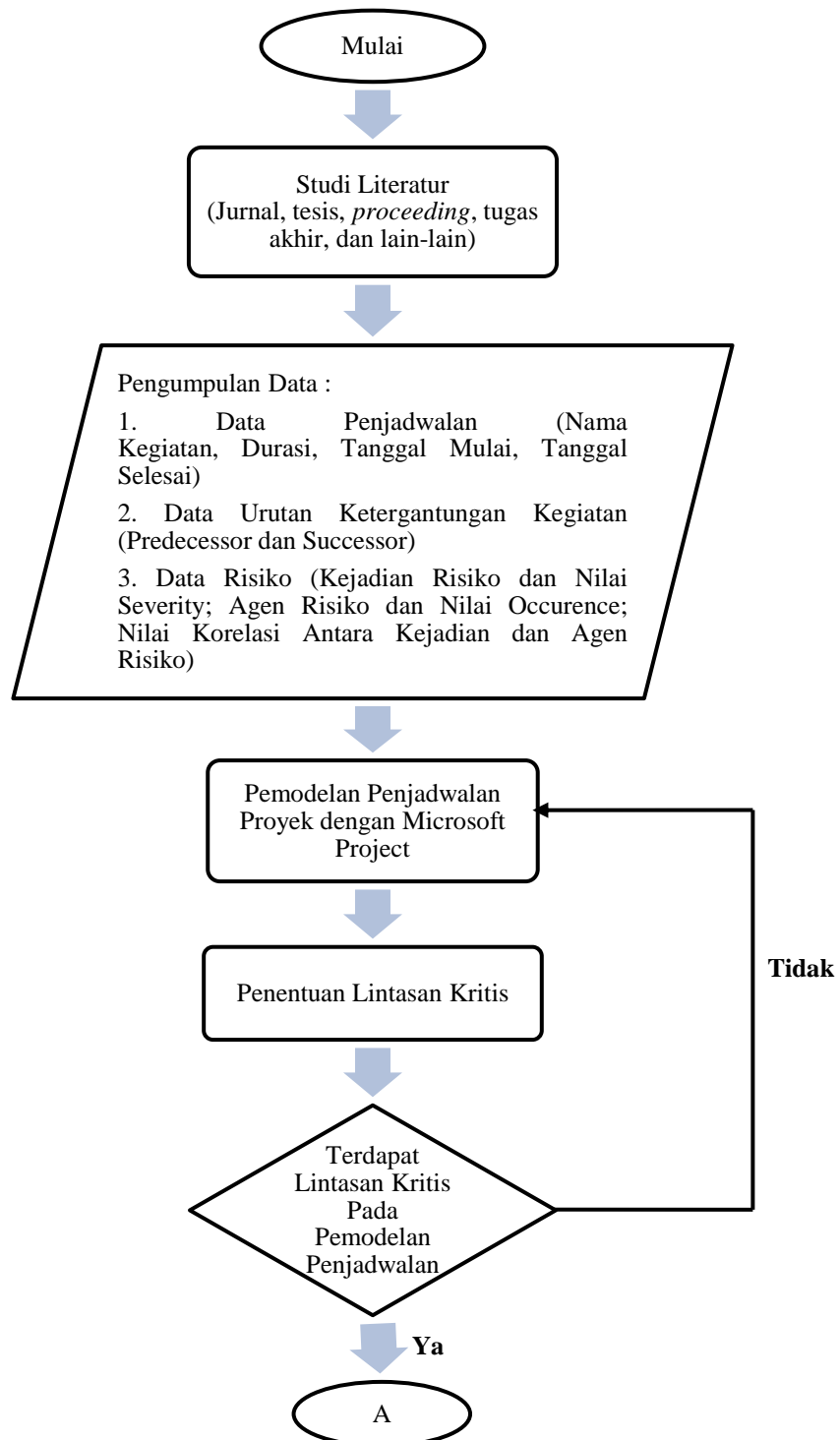
*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini dalam digambarkan pada diagram alir Gambar 3.1 :





**Gambar 3.1 Diagram Alir**

### **3.2 Prosedur Pengerjaan Tugas Akhir**

Prosedur pengerjaan tugas akhir disusun secara sistematis dan terarah yang digunakan sebagai suatu kerangka dalam tugas akhir ini. Adapun prosedur pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan berbagai informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian. Literatur yang digunakan berupa buku, jurnal, tesis, *proceeding*, tugas akhir yang memiliki konsep yang sesuai dengan penelitian, serta literatur lain yang berhubungan dengan pokok bahasan.

2. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan untuk pengolahan data dalam tugas akhir ini terdiri dari :

- a. Data Penjadwalan (Nama Kegiatan, Durasi, Tanggal Mulai, Tanggal Selesai)
- b. Data Urutan Ketergantungan Kegiatan (*Predecessor* dan *Successor*)
- c. Data Risiko (Kejadian Risiko dan Nilai *Severity*; Agen Risiko dan Nilai *Occurence*; Nilai Korelasi Antara Kejadian dan Agen Risiko)

3. Pemodelan Penjadwalan Proyek Dengan Microsoft Project

Pemodelan penjadwalan proyek dibuat dengan data-data yang didapatkan ke dalam piranti lunak Microsoft Project. Pemodelan penjadwalan dimulai dengan memasukkan data nama kegiatan, durasi, tanggal perencanaan mulai dan berakhir, serta *predecessor* dan *successor* ke dalam Microsoft Project. Hasil yang didapatkan dari pemodelan penjadwalan ini adalah nilai *Late Start*, *Late Finish*, *Total Float*, dan diagram jaringan.

4. Penentuan Lintasan Kritis

Lintasan kritis pada tugas akhir ini didapatkan dari perhitungan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan piranti lunak Microsoft Project. Ada dua perhitungan dalam metode PDM, yaitu perhitungan maju dan mundur. Perhitungan maju menggunakan data nama/nomor kegiatan dan durasi kegiatan yang menghasilkan nilai *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Perhitungan mundur juga menggunakan data nama/nomor dan durasi kegiatan yang menghasilkan nilai *Late Start* (LS) dan *Late Finish* (LF). Lintasan kritis dengan perhitungan menggunakan metode PDM dapat dilihat dari nilai Total Flot yang bernilai 0. Total float didapatkan dari  $LF - EF = 0$  atau  $LS - ES = 0$ . Sedangkan, lintasan kritis pada piranti lunak Microsoft Project dapat dilihat dari nilai Total Float yang bernilai 0.

5. Pengolahan Risiko Dengan Metode *House Of Risk* (HOR)

Mengolah risiko-risiko yang terjadi pada lintasan kritis menggunakan metode *House of Risk* (HOR). Metode HOR terdiri dari identifikasi kejadian risiko, nilai *severity*,

identifikasi agen risiko, nilai *occurrence*, nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP), dan diagram Pareto.

6. Identifikasi Kejadian Risiko dan Nilai Severity

Kejadian risiko adalah risiko-risiko yang terjadi pada lintasan kritis dari penjadwalan proyek pipa yang telah dilakukan sebelumnya. Nilai *severity* adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar gangguan yang ditimbulkan oleh suatu kejadian risiko terhadap lintasan kritis pada penjadwalan proyek pipa dalam tugas akhir ini. *Severity* memiliki nilai 1, 2, 3, dan 4.

7. Identifikasi Agen Risiko dan Nilai Occurrence

Agen risiko menunjukkan faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya kejadian risiko. Nilai *occurrence* menyatakan tingkat peluang kemunculan suatu agen risiko yang memiliki nilai 1, 2, dan 3.

8. Menentukan Nilai Korelasi Antara Kejadian Risiko dan Agen Risiko

Nilai korelasi adalah nilai yang terjadi antara suatu kejadian risiko dengan agen penyebab risiko. Apabila suatu agen risiko menyebabkan timbulnya suatu kejadian risiko, maka dapat dikatakan terdapat korelasi. Nilai korelasi terdiri dari 0, 1, 3, 9.

9. Perhitungan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) atau Nilai Indeks Prioritas Risiko

Nilai indeks prioritas atau ARP ini akan digunakan untuk menentukan agen risiko atau penyebab terjadinya kejadian risiko yang paling berpengaruh dalam penjadwalan proyek. Perhitungan nilai ARP adalah  $ARP_j = O_j \sum S_i.R_{ij}$ , dimana  $O_j$  adalah nilai *occurrence* dari agen risiko,  $S_i$  adalah nilai *severity* dari kejadian risiko, dan  $R_{ij}$  adalah nilai korelasi antara kejadian risiko dan agen risiko.

10. Penentuan Ranking Prioritas Agen Risiko

Ranking agen risiko ini dilakukan untuk menentukan agen risiko manakah yang menjadi agen risiko prioritas dan membutuhkan penanganan risiko langsung. Agen risiko prioritas dilihat dari rangkingnya ARP nya. Rangking tersebut disusun dari yang terbesar hingga yang terkecil. Rangking 1 termasuk rangking terbesar dengan nilai ARP yang besar juga. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nomor rangkingnya, maka ARP nya semakin besar dan masuk dalam kategori agen risiko prioritas. Hal ini diperlukan agar risiko besar yang mungkin terjadi pada penjadwalan proyek dapat segera diatasi, sehingga tidak mengganggu penjadwalan yang telah disusun sebelumnya dan tidak membutuhkan tambahan waktu serta biaya dalam pelaksanaannya.



11. **Pengelompokkan Kategori Agen Risiko Prioritas Dengan Perhitungan Pareto**  
Pengelompokkan kategori agen risiko prioritas dilakukan dengan menggunakan hukum Pareto atau dikenal dengan hukum 80 : 20. Aplikasi hukum Pareto pada risiko adalah bahwa 80% kerugian pemilik proyek diakibatkan oleh 20% risiko yang krusial. Dengan memfokuskan 20% risiko yang krusial, maka dampak risiko pemilik proyek sebesar 80% dapat teratasi.
12. **Kesimpulan dan Saran**  
Membuat kesimpulan yang didapatkan dari analisis tugas akhir ini. Kemudian diberikan saran yang berguna sebagai referensi untuk pembahasan yang akan dilakukan selanjutnya.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Penjadwalan Proyek

Data penjadwalan proyek terdiri dari nama kegiatan, durasi, tanggal mulai, dan tanggal selesai. Data penjadwalan proyek dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Data Penjadwalan**

No.	Kegiatan	Durasi (hari)	Mulai	Selesai
1.	Mobilitas dan Survey	7	12/01/2016	18/01/2016
2.	ROW Clearing	8	19/01/2016	26/01/2016
3.	Load and Unload Pipa	4	27/01/2016	30/01/2016
4.	Load and Unload Joint & Acc	14	12/04/2016	25/04/2016
5.	Load and Unload Hot Bend Pipe	14	26/04/2016	09/05/2016
6.	Load and Unload Pipe 1	48	31/01/2016	18/03/2016
7.	Stringing	2	31/01/2016	01/02/2016
8.	Load and Unload Pipe 2	32	19/03/2016	19/04/2016
9.	Tie in Welding	11	13/05/2016	23/05/2016
10.	Stringing 1	30	02/02/2016	02/03/2016
11.	Line Up Welding	2	01/01/2016	02/02/2016
12.	NDT	19	02/02/2016	20/02/2016
13.	FJC	2	03/02/2016	04/02/2016
14.	Stringing 2	60	03/03/2016	01/05/2016
15.	Line Up Welding 1	100	03/02/2016	12/05/2016
16.	NDT 1	100	21/02/2016	30/05/2016
17.	FJC 1	117	05/02/2016	31/05/2016
18.	Line Up Welding 2	17	13/05/2016	29/05/2016
19.	Holiday Test	2	04/02/2016	05/02/2016
20.	Pit Excavation	3	18/03/2016	20/03/2016
21.	Holiday Test 1	117	06/02/2016	01/06/2016

**Tabel 4.1 Data Penjadwalan (Lanjutan)**

<b>No.</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi (hari)</b>	<b>Mulai</b>	<b>Selesai</b>
22.	Ring Installation	2	21/03/2016	22/03/2016
23.	Pilot Pipe Driling	3	23/03/2016	25/03/2016
24.	Reaming	3	26/03/2016	28/03/2016
25.	Cleaning	3	29/03/2016	31/03/2016
26.	Pipe Installation	11	01/04/2016	11/04/2016
27.	Ring Removal	3	12/04/2016	14/04/2016
28.	Pipe Connection	2	15/04/2016	16/04/2016
29.	Pit Backfill	2	17/04/2016	18/04/2016
30.	Trenching	30	02/03/2016	31/03/2016
31.	Trenching 1	62	01/04/2016	01/06/2016
32.	Lowering	1	01/04/2016	01/04/2016
33.	Lowering 1	81	02/04/2016	21/06/2016
34.	Pit Excavation 1	3	19/04/2016	21/04/2016
35.	Ring Installation 1	2	22/04/2016	23/04/2016
36.	Pilot Pipe Drilling 1	2	24/04/2016	25/04/2016
37.	Reaming 1	1	26/04/2016	26/04/2016
38.	Cleaning 1	1	27/04/2016	27/04/2016
39.	Pipe Installation 1	5	28/04/2016	02/05/2016
40.	Ring Removal 1	1	03/05/2016	03/05/2016
41.	Pipe Connection 1	1	04/05/2016	04/05/2016
42.	Pit Backfill 1	2	05/05/2016	06/05/2016
43.	Backfill	82	02/04/2016	22/06/2016
44.	Pigging	4	23/06/2016	26/06/2016
45.	Hydrotest	3	27/06/2016	29/06/2016
46.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	15/06/2016	21/06/2016
47.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	22/06/2016	28/06/2016
48.	Re-Instatement	9	21/06/2016	29/06/2016

#### 4.2 Data Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek

Selain data penjadwalan, terdapat juga data urutan ketergantungan antar kegiatan proyek yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

**Tabel 4.2 Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek**

ID	Kegiatan	Predecessor	Successor
1.	Mobilitas dan Survey	-	2
2.	ROW Clearing	1	3
3.	Load and Unload Pipa	2	4, 7
4.	Load and Unload Joint & Acc	3	5
5.	Load and Unload Hot Bend Pipe	4	6
6.	Load and Unload Pipe 1	5	8
7.	Stringing	3	10, 11
8.	Load and Unload Pipe 2	6	9
9.	Tie in Welding	8	15
10.	Stringing 1	7	14, 30
11.	Line Up Welding	7	12, 15
12.	NDT	11	13, 16
13.	FJC	12	17, 19
14.	Stringing 2	10	18
15.	Line Up Welding 1	9, 11	19
16.	NDT 1	12, 18	17
17.	FJC 1	13, 16	21
18.	Line Up Welding 2	14	16
19.	Holiday Test	13, 15	21, 32
20.	Pit Excavation	4	22
21.	Holiday Test 1	17, 19	33
22.	Ring Installation	20	23
23.	Pilot Pipe Drilling	22	24
24.	Reaming	23	25

**Tabel 4.2 Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek (Lanjutan)**

<b>ID</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Predecessor</b>	<b>Successor</b>
25.	Cleaning	24	26
26.	Pipe Installation	25	27
27.	Ring Removal	26	28
28.	Pipe Connection	27	29
29.	Pit Backfill	28	34
30.	Trenching	10	31, 32
31.	Trenching 1	30	33
32.	Lowering	19, 30	43
33.	Lowering 1	21, 31	43
34.	Pit Excavation 1	29	35
35.	Ring Installation 1	34	36
36.	Pilot Pipe Drilling 1	35	37
37.	Reaming 1	36	38
38.	Cleaning 1	37	39
39.	Pipe Installation 1	38	40
40.	Ring Removal 1	39	41
41.	Pipe Connection 1	40	42
42.	Pit Backfill 1	41	43
43.	Backfill	32, 33, 42	44
44.	Pigging	43	45
45.	Hydrotest	44	46
46.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	45	47,48
47.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	46	48
48.	Re-Instatement	46, 47	-

### 4.3 Deskripsi Kegiatan Data Penjadwalan Proyek

Data penjadwalan yang terdapat pada Tabel 4.2 memiliki deskripsi seperti yang terlihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

**Tabel 4.3 Deskripsi Kegiatan**

No.	Kegiatan	Deskripsi
1.	Mobilitas dan Survey	Sebelum pelaksanaan konstruksi, harus dilakukan survei mengenai kelayakan dan kejelasan rute jalur pipa, pemeriksaan data-data tentang jalur pipa yang akan dibangun, perubahan-perubahan rute yang terjadi, rintangan ( <i>obstacle</i> ) yang akan dihadapi dalam pelaksanaan konstruksi, dll.
2.	ROW Clearing	Right-Of-Way (ROW) clearing adalah pekerjaan pembersihan lahan di mana pengerjaan konstruksi dan pemasangan pipa bawah tanah terjadi.
3.	Load and Unload Pipa	Load yaitu pengangkatan pipa ke atas kendaraan, dan unload adalah penurunan pipa dari kendaraan.
4.	Load and Unload Hot Bend Pipe	Pengangkatan dan penurunan pipa panas yang berbentuk lengkung ke kendaraan pengangkut.
5.	Stringing	Penjajaran pipa, yaitu kegiatan penjajaran pipa di sepanjang jalur pekerjaan.
6.	Tie in Welding	Proses penyambungan joint pipa dengan pengelasan.
7.	NDT	Metode pengujian kualitas atau mutu sambungan las tanpa merusak material pipa.
8.	FJC	Field Joint Coating (FJC) adalah pekerjaan pengcoatingan yang dilakukan di setiap sambungan pipa setelah hasil radiografi mendapat persetujuan dari pengawas ( <i>welding inspector</i> ).
9.	Holiday Test	Proses pengujian hasil pelapisan/joint coating, di mana jika terjadi kebocoran coating alat ini akan mengeluarkan bunyi alarm atau terjadi “Spark” pada daerah yang bocor.

**Tabel 4.3 Deskripsi Kegiatan (Lanjutan)**

<b>No.</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Deskripsi</b>
10.	Pilot Pipe Driling	Proses pengerjaan pemotongan menggunakan mata bor untuk menghasilkan lubang yang bulat pada pipa.
11.	Reaming	Pengoperasian untuk memberikan ukuran yang tepat pada lubang pipa yang akan dibangun.
12.	Cleaning	Pembersihan kotoran dari dalam pipa.
13.	Pipe Installation	Pemasangan pipa sesuai jalur yang telah ditentukan pada proyek.
14.	Pipe Connection	Menyambungkan pipa yang satu dengan yang lainnya.
15.	Trenching	Penggalian lubang galian untuk tempat masuknya pipa setelah pekerjaan pengelasan selesai. Dasar galian harus rata dan bebas dari material atau bebatuan yang keras agar tidak merusak coating pipa.
16.	Lowering	Pekerjaan penurunan pipa setelah disambung antara satu dengan lainnya ke dalam lubang galian yang telah disediakan.
17.	Backfill	Pekerjaan penutupan lubang galian setelah pipa selesai diturunkan ke dasar galian (penimbunan kembali). Penimbunan dilaksanakan dengan menggunakan material yang halus, sehingga tidak merusak permukaan coating.
18.	Pigging	Aktivitas pembersihan internal/bagian dalam pipa dari kotoran dan sejenisnya dengan menggunakan PIG (Pipeline Inspection Gauges).
19.	Hydrotest	Pengujian sistem perpipaan untuk mengetahui kekuatan pipa dengan cara pengisian air sepanjang jalur pipa. Pekerjaan pengujian ini dilakukan untuk menjamin bahwa pada saluran/jaringan pipa tidak terdapat kebocoran.



**Tabel 4.3 Deskripsi Kegiatan (Lanjutan)**

No.	Kegiatan	Deskripsi
20.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	Menunjukkan lokasi dan arah dari pipa yang terkubur di dalam tanah pada saat inspeksi pipa dilakukan.
21.	Re-Instatement	Pekerjaan perbaikan kembali semua fasilitas umum yang telah digunakan selama proses pemasangan pipa.

#### 4.4 Penyusunan Microsoft Project

##### 4.4.1 Hubungan Antar Kegiatan Proyek

Penyusunan ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Microsoft Project Profesional 2016. Sebelumnya, dilakukan penyusunan ketergantungan/hubungan antar kegiatan sesuai dengan yang telah direncanakan. Terdapat empat hubungan yang terjadi dalam Microsoft Project, yaitu SF, FS, FF, dan SS. Ketergantungan antar kegiatan proyek dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

**Tabel 4.4 Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek Pada Ms. Project**

ID	Kegiatan	Predecessor	Successor
1.	Mobilitas dan Survey	-	2
2.	ROW Clearing	1	3
3.	Load and Unload Pipa	2	4;7
4.	Load and Unload Joint & Acc	3FS-46 days	5
5.	Load and Unload Hot Bend Pipe	4	6FS-5 days
6.	Load and Unload Pipe 1	5	8
7.	Stringing	3	10;11FS-1 day
8.	Load and Unload Pipe 2	6	9FS-46 days
9.	Tie in Welding	8	15FS-11 days
10.	Stringing 1	7	14;30FS-1 day
11.	Line Up Welding	7FS-1 day	12FS-1 day;15
12.	NDT	11FS-1 day	13SS+1 day;16

**Tabel 4.4 Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek Pada Ms. Project  
(Lanjutan)**

<b>ID</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Predecessor</b>	<b>Successor</b>
13.	FJC	12SS+1 day	17;19FS-1 day
14.	Stringing 2	10	18FS+11 days
15.	Line Up Welding 1	9, 11	19
16.	NDT 1	12;18FF-1 day	17FF
17.	FJC 1	13;16FF	21FF
18.	Line Up Welding 2	14FS+11 days	16FF-1 day
19.	Holiday Test	13FS-1 day;15	21;32FS+55 days
20.	Pit Excavation	4	22
21.	Holiday Test 1	17FF;19	33FF+19 days
22.	Ring Installation	20	23
23.	Pilot Pipe Driling	22	24
24.	Reaming	23	25
25.	Cleaning	24	26
26.	Pipe Installation	25	27
27.	Ring Removal	26	28
28.	Pipe Connection	27	29
29.	Pit Backfill	28	34
30.	Trenching	10FS-1 day	31;32
31.	Trenching 1	30	33FF+19 days
32.	Lowering	19FS+55 days;30	43
33.	Lowering 1	21FF+19 days;31FF+19 days	43SS-1 day
34.	Pit Excavation 1	29	35

**Tabel 4.4 Urutan Ketergantungan Antar Kegiatan Proyek Pada Ms. Project  
(Lanjutan)**

<b>ID</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Predecessor</b>	<b>Successor</b>
35.	Ring Installation 1	34	36
36.	Pilot Pipe Drilling 1	35	37
37.	Reaming 1	36	38
38.	Cleaning 1	37	39
39.	Pipe Installation 1	38	40
40.	Ring Removal 1	39	41
41.	Pipe Connection 1	40	42
42.	Pit Backfill 1	41	43FS-37 days
43.	Backfill	32;33SS-1 day;42FS-37 days	44
44.	Pigging	43	45
45.	Hydrotest	44	46FS-15 days
46.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	45FS-15 days	47;48FS-1 days
47.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	46	48FS-8 days
48.	Re-Instatement	46FS-1 day;47FS-8 days	-

#### **4.4.2 Lintasan Kritis**

Setelah mengetahui dan menuliskan hubungan antar kegiatan ke dalam Microsoft Project, langkah selanjutnya adalah mencari lintasan kritis. Lintasan kritis adalah lintasan dengan jalur terpanjang dengan penyelesaian waktu tercepat. Untuk mendapatkan lintasan kritis, diperlukan perhitungan maju untuk mendapatkan nilai ES dan EF serta perhitungan mundur untuk mendapatkan nilai LS dan LF. Setelahnya, didapatkan nilai total float yang didapatkan dari perhitungan nilai  $LF - ES$  atau  $LS - ES$ . Lintasan kritis dapat diketahui dengan melihat kegiatan yang memiliki nilai total float = 0 ( $LF - EF = 0$  atau  $LS - ES = 0$ ). Perhitungan maju dan mundur dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

**Tabel 4.5 Perhitungan Maju**

<b>No</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi</b>	<b>ES</b>	<b>EF</b>
1.	Mobilitas dan Survey	7	0	7
2.	ROW Clearing	8	7	15
3.	Load and Unload Pipa	4	15	19
4.	Load and Unload Joint & Acc	14	53	67
5.	Load and Unload Hot Bend Pipe	14	67	81
6.	Load and Unload Pipe 1	48	19	67
7.	Stringing	2	19	21
8.	Load and Unload Pipe 2	32	67	99
9.	Tie in Welding	11	122	133
10.	Stringing 1	30	21	51
11.	Line Up Welding	2	20	22
12.	NDT	19	21	40
13.	FJC	2	22	24
14.	Stringing 2	60	51	111
15.	Line Up Welding 1	100	22	122
16.	NDT 1	100	150	250
17.	FJC 1	117	250	133
18.	Line Up Welding 2	17	133	150
19.	Holiday Test	2	23	25
20.	Pit Excavation	3	66	69
21.	Holiday Test 1	117	133	154
22.	Ring Installation	2	69	71
23.	Pilot Pipe Driling	3	71	74
24.	Reaming	3	74	77
25.	Cleaning	3	77	80
26.	Pipe Installation	11	80	91
27.	Ring Removal	3	91	94

**Tabel 4.5 Perhitungan Maju (Lanjutan)**

<b>No</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi</b>	<b>ES</b>	<b>EF</b>
28.	Pipe Connection	2	94	96
29.	Pit Backfill	2	96	98
30.	Trenching	30	50	80
31.	Trenching 1	62	80	142
32.	Lowering	1	80	81
33.	Lowering 1	81	161	194
34.	Pit Excavation 1	3	98	101
35.	Ring Installation 1	2	101	103
36.	Pilot Pipe Drilling 1	2	103	105
37.	Reaming 1	1	105	106
38.	Cleaning 1	1	106	107
39.	Pipe Installation 1	5	107	112
40.	Ring Removal 1	1	112	113
41.	Pipe Connection 1	1	113	114
42.	Pit Backfill 1	2	114	116
43.	Backfill	82	160	242
44.	Pigging	4	242	246
45.	Hydrotest	3	246	249
46.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	234	241
47.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	241	248
48.	Re-Instatement	9	240	249

**Tabel 4.6 Perhitungan Mundur**

<b>No</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi</b>	<b>LS</b>	<b>LF</b>
1.	Mobilitas dan Survey	7	0	7
2.	ROW Clearing	8	7	15
3.	Load and Unload Pipa	4	15	19
4.	Load and Unload Joint & Acc	14	67	81
5.	Load and Unload Hot Bend Pipe	14	81	95
6.	Load and Unload Pipe 1	48	21	69
7.	Stringing	2	19	21
8.	Load and Unload Pipe 2	32	119	151
9.	Tie in Welding	11	128	139
10.	Stringing 1	30	21	51
11.	Line Up Welding	2	20	22
12.	NDT	19	21	40
13.	FJC	2	22	24
14.	Stringing 2	60	57	117
15.	Line Up Welding 1	100	28	128
16.	NDT 1	100	154	254
17.	FJC 1	117	253	136
18.	Line Up Welding 2	17	139	156
19.	Holiday Test	2	23	25
20.	Pit Excavation	3	68	71
21.	Holiday Test 1	117	135	156
22.	Ring Installation	2	71	73
23.	Pilot Pipe Driling	3	73	76
24.	Reaming	3	76	79
25.	Cleaning	3	79	82
26.	Pipe Installation	11	82	93
27.	Ring Removal	3	93	96

**Tabel 4.6 Perhitungan Mundur (Lanjutan)**

<b>No</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi</b>	<b>LS</b>	<b>LF</b>
28.	Pipe Connection	2	96	98
29.	Pit Backfill	2	98	100
30.	Trenching	30	50	80
31.	Trenching 1	62	82	144
32.	Lowering	1	80	81
33.	Lowering 1	81	162	195
34.	Pit Excavation 1	3	100	103
35.	Ring Installation 1	2	103	105
36.	Pilot Pipe Drilling 1	2	105	107
37.	Reaming 1	1	107	108
38.	Cleaning 1	1	108	109
39.	Pipe Installation 1	5	109	114
40.	Ring Removal 1	1	114	115
41.	Pipe Connection 1	1	115	116
42.	Pit Backfill 1	2	116	118
43.	Backfill	82	160	242
44.	Pigging	4	242	246
45.	Hydrotest	3	246	249
46.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	234	241
47.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	241	248
48.	Re-Instatement	9	240	249

Selanjutnya, nilai total float yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.7

**Tabel 4.7 Total Float**

<b>No</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Durasi</b>	<b>ES</b>	<b>EF</b>	<b>LS</b>	<b>LF</b>	<b>Total Float</b>
1.	Mobilitas dan Survey	7	0	7	0	7	0 hari
2.	ROW Clearing	8	7	15	7	15	0 hari
3.	Load and Unload Pipa	4	15	19	15	19	0 hari
4.	Load and Unload Joint & Acc	14	53	67	67	81	14 hari
5.	Load and Unload Hot Bend Pipe	14	67	81	81	95	14 hari
6.	Load and Unload Pipe 1	48	19	67	21	69	2 hari
7.	Stringing	2	19	21	19	21	0 hari
8.	Load and Unload Pipe 2	32	67	99	119	151	52 hari
9.	Tie in Welding	11	122	133	128	139	6 hari
10.	Stringing 1	30	21	51	21	51	0 hari
11.	Line Up Welding	2	20	22	20	22	0 hari
12.	NDT	19	21	40	21	40	0 hari
13.	FJC	2	22	24	22	24	0 hari
14.	Stringing 2	60	51	111	57	117	6 hari
15.	Line Up Welding 1	100	22	122	28	128	6 hari
16.	NDT 1	100	150	250	154	254	4 hari
17.	FJC 1	117	250	133	253	136	3 hari
18.	Line Up Welding 2	17	133	150	139	156	6 hari
19.	Holiday Test	2	23	25	23	25	0 hari
20.	Pit Excavation	3	66	69	68	71	2 hari
21.	Holiday Test 1	117	133	154	135	156	2 hari
22.	Ring Installation	2	69	71	71	73	2 hari
23.	Pilot Pipe Drilling	3	71	74	73	76	2 hari
24.	Reaming	3	74	77	76	79	2 hari
25.	Cleaning	3	77	80	79	82	2 hari
26.	Pipe Installation	11	80	91	82	93	2 hari
27.	Ring Removal	3	91	94	93	96	2 hari



**Tabel 4.7 Total Float (Lanjutan)**

<b>No</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Dura si</b>	<b>ES</b>	<b>EF</b>	<b>LS</b>	<b>LF</b>	<b>Total Float</b>
28.	Pipe Connection	2	94	96	96	98	2 hari
29.	Pit Backfill	2	96	98	98	100	2 hari
30.	Trenching	30	50	80	50	80	0 hari
31.	Trenching 1	62	80	142	82	144	2 hari
32.	Lowering	1	80	81	80	81	0 hari
33.	Lowering 1	81	161	194	162	195	1 hari
34.	Pit Excavation 1	3	98	101	100	103	2 hari
35.	Ring Installation 1	2	101	103	103	105	2 hari
36.	Pilot Pipe Drilling 1	2	103	105	105	107	2 hari
37.	Reaming 1	1	105	106	107	108	2 hari
38.	Cleaning 1	1	106	107	108	109	2 hari
39.	Pipe Installation 1	5	107	112	109	114	2 hari
40.	Ring Removal 1	1	112	113	114	115	2 hari
41.	Pipe Connection 1	1	113	114	115	116	2 hari
42.	Pit Backfill 1	2	114	116	116	118	2 hari
43.	Backfill	82	160	242	160	242	0 hari
44.	Pigging	4	242	246	242	246	0 hari
45.	Hydrotest	3	246	249	246	249	0 hari
46.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	7	234	241	234	241	0 hari
47.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	7	241	248	241	248	0 hari
48.	Re-Instatement	9	240	249	240	249	0 hari

Nilai total float pada program Microsoft Project dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Total Float Pada Microsoft Project**

<b>No</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Start</b>	<b>Finish</b>	<b>Late Start</b>	<b>Late Finish</b>	<b>Total Float</b>
1.	Mobilitas dan Survey	12/01/2016	18/01/2016	12/01/16	18/01/16	0 hari
2.	ROW Clearing	19/01/2016	26/01/2016	19/01/16	26/01/16	0 hari
3.	Load and Unload Pipa	27/01/2016	30/01/2016	27/01/16	30/01/16	0 hari
4.	Load and Unload Joint & Acc	12/04/2016	25/04/2016	26/04/16	09/05/16	14 hari
5.	Load and Unload Hot Bend Pipe	26/04/2016	09/05/2016	10/05/16	23/05/16	14 hari
6.	Load and Unload Pipe 1	31/01/2016	18/03/2016	02/02/16	20/03/16	2 hari
7.	Stringing	31/01/2016	01/02/2016	31/01/16	01/02/16	0 hari
8.	Load and Unload Pipe 2	19/03/2016	19/04/2016	10/05/16	10/06/16	52 hari
9.	Tie in Welding	13/05/2016	23/05/2016	19/05/16	29/05/16	6 hari
10.	Stringing 1	02/02/2016	02/03/2016	02/02/16	02/03/16	0 hari
11.	Line Up Welding	01/02/2016	02/02/2016	01/02/16	02/02/16	0 hari
12.	NDT	02/02/2016	20/02/2016	02/02/16	20/02/16	0 hari
13.	FJC	03/02/2016	04/02/2016	03/02/16	04/02/16	0 hari
14.	Stringing 2	03/03/2016	01/05/2016	09/03/16	07/05/16	6 hari
15.	Line Up Welding 1	03/02/2016	12/05/2016	09/02/16	18/05/16	6 hari
16.	NDT 1	21/02/2016	30/05/2016	25/02/16	03/06/16	4 hari
17.	FJC 1	05/02/2016	31/05/2016	08/02/16	03/06/16	3 hari
18.	Line Up Welding 2	13/05/2016	29/05/2016	19/05/16	04/06/16	6 hari
19.	Holiday Test	04/02/2016	05/02/2016	04/02/16	05/02/16	0 hari
20.	Pit Excavation	18/03/2016	20/03/2016	20/03/16	22/03/16	2 hari
21.	Holiday Test 1	06/02/2016	01/06/2016	08/02/16	03/06/16	2 hari
22.	Ring Installation	21/03/2016	22/03/2016	23/03/16	24/03/16	2 hari
23.	Pilot Pipe Driling	23/03/2016	25/03/2016	25/03/16	27/03/16	2 hari
24.	Reaming	26/03/2016	28/03/2016	28/03/16	30/04/16	2 hari
25.	Cleaning	29/03/2016	31/03/2016	31/03/16	02/04/16	2 hari
26.	Pipe Installation	01/04/2016	11/04/2016	03/04/16	13/04/16	2 hari
27.	Ring Removal	12/04/2016	14/04/2016	14/04/16	16/04/16	2 hari

**Tabel 4.8 Total Float Pada Microsoft Project (Lanjutan)**

No	Kegiatan	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Total Float
28.	Pipe Connection	15/04/2016	16/04/2016	17/04/16	18/04/16	2 hari
29.	Pit Backfill	17/04/2016	18/04/2016	19/04/16	20/04/16	2 hari
30.	Trenching	02/03/2016	31/03/2016	02/03/16	31/03/16	0 hari
31.	Trenching 1	01/04/2016	01/06/2016	03/04/16	03/06/16	2 hari
32.	Lowering	01/04/2016	01/04/2016	01/04/16	01/04/16	0 hari
33.	Lowering 1	02/04/2016	21/06/2016	03/04/16	22/06/16	1 hari
34.	Pit Excavation 1	19/04/2016	21/04/2016	21/04/16	23/04/16	2 hari
35.	Ring Installation 1	22/04/2016	23/04/2016	24/04/16	25/04/16	2 hari
36.	Pilot Pipe Drilling 1	24/04/2016	25/04/2016	26/04/16	27/04/16	2 hari
37.	Reaming 1	26/04/2016	26/04/2016	28/04/16	28/04/16	2 hari
38.	Cleaning 1	27/04/2016	27/04/2016	29/04/16	29/04/16	2 hari
39.	Pipe Installation 1	28/04/2016	02/05/2016	30/04/16	04/05/16	2 hari
40.	Ring Removal 1	03/05/2016	03/05/2016	05/05/16	05/05/16	2 hari
41.	Pipe Connection 1	04/05/2016	04/05/2016	06/05/16	06/05/16	2 hari
42.	Pit Backfill 1	05/05/2016	06/05/2016	07/05/16	08/05/16	2 hari
43.	Backfill	02/04/2016	22/06/2016	02/04/16	22/06/16	0 hari
44.	Pigging	23/06/2016	26/06/2016	23/06/16	26/06/16	0 hari
45.	Hydrotest	27/06/2016	29/06/2016	27/06/16	29/06/16	0 hari
46.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign	15/06/2016	21/06/2016	15/06/16	21/06/16	0 hari
47.	Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign 1	22/06/2016	28/06/2016	22/06/16	28/06/16	0 hari
48.	Re-Instatement	21/06/2016	29/06/2016	21/06/16	29/06/16	0 hari

Telah dijelaskan sebelumnya, bahwa lintasan kritis dapat diketahui dari kegiatan yang memiliki nilai Total Float = 0. Dari Tabel 4.7, dan 4.8 dapat diketahui kegiatan apa saja yang termasuk dalam lintasan kritis. Sesuai dengan hasil yang didapatkan dari program Microsoft Project, didapatkan dua lintasan kritis dari penjadwalan proyek ini, yaitu :

- a. Lintasan kritis dengan durasi 194 hari

Terdiri dari kegiatan nomor 1-2-3-7-10-30-32-43-44-45-46-47-48

b. Lintasan kritis dengan durasi 152 hari

Terdiri dari kegiatan nomor 1-2-3-7-11-12-13-19-32-43-44-45-46-48

Diketahui bahwa lintasan kritis adalah lintasan terpanjang dengan penyelesaian waktu tecepat, sehingga dapat disimpulkan bahwa lintasan kritis yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah lintasan kritis dengan durasi 152 hari yang terdiri dari kegiatan Mobilitas dan Survey - ROW Clearing - Load and Unload Pipa – Stringing – Line Up Welding – NDT – FJC – Holiday Test – Lowering – Backfill – Pigging – Hydrotest - Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign - Re-Instatement.

Diagram jaringan untuk lintasan kritis dapat dilihat pada Gambar 4.1.

#### 4.5 Analisis Risiko Dengan Metode House of Risk (HOR)

Analisis risiko pada tugas akhir ini menggunakan metode HOR tahap 1 yang meliputi tahap identifikasi dan pengukuran risiko. Identifikasi risiko meliputi kejadian risiko dan tingkat dampaknya (*severity*), agent risiko dan peluang kejadian risikonya (*occurance*), serta korelasi antara kejadian risiko dan agent risiko (*correlation*). Pujawan dan Geraldin (2009) membagi nilai *severity*, *occurance*, dan *correlation* seperti terlihat pada Tabel 4.9 – 4.11.

**Tabel 4.9 Nilai Severity**

Nilai Severity	Description
1	Dampak yang terjadi sangat kecil (dapat diabaikan)
2	Dampak yang ditimbulkan memiliki pengaruh yang kecil terhadap keberlangsungan kegiatan proyek ( <i>No injuries, low financial loss</i> )
3	Dampak yang ditimbulkan dalam kategori sedang terhadap keberlangsungan kegiatan proyek ( <i>First aid treatment, medium financial loss</i> )
4	Memiliki dampak yang serius ( <i>medical treatment requires, high financial loss</i> )

**Tabel 4.10 Nilai Occurence**

Nilai Occurance	Description
1	Terjadi satu kali dalam satu bulan
2	Terjadi satu kali dalam satu minggu
3	Terjadi satu kali dalam satu hari

**Tabel 4.11 Nilai Correlation**

Nilai Korelasi	Description
0	Tidak ada hubungan korelasi antara agen risiko dan kejadian risiko
1	Adanya korelasi yang lemah antara agen risiko dan kejadian risiko
3	Adanya korelasi yang sedang antara agen risiko dan kejadian risiko
9	Adanya korelasi yang kuat antara agen risiko dan kejadian risiko

#### 4.5.1 Identifikasi Kejadian Risiko dan Nilai Severity

Pada Tabel 4.12 terlihat kejadian risiko (*risk event*) dan nilai dampak (*severity*) yang terdapat pada penjadwalan proyek.

**Tabel 4.12 Identifikasi Kejadian Risiko (Risk Event) dan Nilai Severity**

Code	Risk Event	Severity
E1	Perencanaan kapasitas material yang tidak sesuai dengan yang direncanakan	3
E2	Perubahan desain konstruksi	3
E3	Kurangnya keahlian dan kualifikasi sumber daya manusia	3
E4	Pelanggaran perjanjian kontrak oleh pihak supplier	4
E5	Proses yang tidak efisien	2
E6	Kesalahan dalam penandaan material ( <i>Marking</i> )	2
E7	Kesalahan dalam penyambungan pipa	2
E8	Pekerjaan terhenti	3
E9	Ketidaksesuaian spesifikasi material yang disepakati	2
E10	Kegagalan mesin ( <i>downtime</i> )	2
E11	Perubahan jadwal pelaksanaan	3
E12	Kualitas material yang buruk	2
E13	Koordinasi pelaksanaan proyek yang kurang memadai	3
E14	Kecelakaan dalam pengiriman barang	4
E15	Keterbatasan jumlah designer	2
E16	Kurangnya alat transportasi pada saat proses pengangkutan	3
E17	Kelayakan alat angkut/transportasi	3
E18	Produk terkontaminasi (berkarat/korosi)	2
E19	Terjadi kekurangan pasokan material	2
E20	Kualitas tidak sesuai dengan standar mutu	3
E21	Proses negosiasi terhambat karena gangguan teknis	3
E22	Pemadaman listrik	2
E23	Kurangnya perawatan mesin/peralatan	3
E24	Terjadi kerusakan material pada saat pengiriman	3

Dari kejadian risiko di atas, diketahui terdapat 10 kejadian risiko yang memiliki nilai skala dua yang menunjukkan bahwa dampak yang ditimbulkan dari kejadian risiko tersebut memiliki pengaruh yang kecil terhadap keberlangsungan kegiatan proyek, 12 nilai skala tiga yang menunjukkan bahwa kejadian risiko tersebut mengakibatkan dampak dalam kategori sedang terhadap keberlangsungan kegiatan proyek, dan dua nilai skala empat yang menunjukkan bahwa kejadian risiko tersebut mengakibatkan dampak yang serius terhadap jalannya kegiatan proyek.

#### 4.5.2 Identifikasi Agen Risiko dan Nilai Occurence

Agen risiko dan nilai *occurence* pada penjadwalan proyek dapat dilihat dalam Tabel 4.13 di bawah ini.

**Tabel 4.13 Agen Risiko dan Nilai Occurence**

Code	Agen Risiko	Occurence
A1	Terjadi kerusakan material mendadak	2
A2	Referensi harga yang tidak tepat/akurat	1
A3	Kurang koordinasi	2
A4	Faktor perubahan musim	3
A5	Lahan galian tidak sesuai dengan yang direncanakan	1
A6	Tidak jelasnya kondisi eksisting infrastruktur bawah tanah (kabel fiber optik, pipa PDAM)	1
A7	SDM yang terbatas	2
A8	Kesalahan pemilihan supplier	1
A9	Kurang komunikasi dan informasi	1
A10	Pengawasan pekerjaan proyek kurang	2
A11	Tidak dipatuhinya standard keamanan kerja oleh karyawan	3
A12	Terjadi kecelakaan karyawan	2

**Tabel 4.13 Agent Risiko dan Nilai Occurance (Lanjutan)**

<b>Code</b>	<b>Agent Risiko</b>	<b>Occurance</b>
A13	Lahan yang tidak teridentifikasi dengan baik, sehingga mengakibatkan protes masyarakat	1
A14	Evaluasi akhir design lama	2
A15	Ketidaktelitian dalam inspeksi material	1
A16	Faktor keterandalan peralatan mesin selama proyek berlangsung	1
A17	Kurangnya manajemen perawatan mesin	1
A18	Faktor eksternal/lingkungan	1
A19	Kurang matangnya manajemen proyek	2
A20	Terjadi ledakan atau kebakaran	1
A21	Kurangnya kapasitas pasokan material	2
A22	Putus kabel <i>sling</i> pada saat proses lowering	1
A23	Terjadi kesalahan dalam pemilihan material	1
A24	Kurangnya ketelitian dalam pemilihan material	1
A25	Terjadi miskomunikasi antara pelaksana dan pemilik proyek	2
A26	Terjadi kecelakaan transportasi	1
A27	Penanganan pengiriman pipa tidak standar (perlindungan panas, hujan, dll)	1
A28	Banyaknya SDM kompeten yang berhenti/pindah	1
A29	Alat angkut/transportasi rusak	2
A30	Inspeksi kualitas yang tidak teliti	1



**Tabel 4.13 Agent Risiko dan Nilai Occurance (Lanjutan)**

Code	Agent Risiko	Occurance
A31	Kualitas barang dari supplier tidak sesuai dengan standar mutu	1
A32	Faktor gangguan alam/bencana alam	2
A33	Usia barang/peralatan tua	1

Dari identifikasi agen risiko di atas, diketahui terdapat 33 agen risiko yang berpotensi memicu terjadinya kejadian risiko. Berdasarkan nilai skala probabilitas, agen risiko tersebut terbagi atas 20 agen risiko dengan nilai probabilitas satu yang menunjukkan bahwa kemungkinan agen risiko tersebut terjadi hanya sekali dalam satu bulan. 11 agen risiko yang memiliki probabilitas dua yang menunjukkan bahwa kemungkinan agen risiko muncul hanya sekali dalam satu minggu operasi dan terdapat dua agen risiko yang memiliki nilai probabilitas tiga yang menunjukkan bahwa agen risiko tersebut terjadi sekali dalam satu hari operasi.

#### **4.5.3 Perhitungan Nilai Aggregate Risk Potential (ARP)**

Sebelum dilakukan perhitungan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP), terlebih dahulu membuat tabel *House of Risk* (HOR) fase 1 seperti yang terlihat pada Tabel 4.14. Dalam tabel 4.14 ini terdapat nilai *occurence* dan agen risiko, nilai *severity* dan kejadian risiko, serta nilai korelasi antara agen risiko dan kejadian risiko. Nilai-nilai itu nantinya akan digunakan dalam perhitungan nilai ARP. Melalui hasil analisis risiko, diperoleh nilai ARP yang merupakan hasil dari *output* HOR fase 1.

Perhitungan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) bertujuan untuk menentukan tingkat prioritas dalam proses penanganan suatu agen risiko. Agen risiko tersebut kemudian akan diurutkan berdasarkan nilai ARP tertinggi hingga terendah. Proses perhitungan ARP melibatkan beberapa elemen, yaitu tingkat dampak sebuah kejadian risiko ( $S_i$ ), tingkat peluang terjadinya agen risiko ( $O_j$ ), dan tingkat keterhubungan antara agen risiko dengan kejadian risiko ( $R_{ij}$ ). Perhitungan ARP diperoleh dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$ARP_j = O_j \sum S_i.R_{ij} \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana,

ARPj : *Aggregate Risk Potential* (Indeks Prioritas Risiko)

Oj : *Occurance* (Peluang Munculnya *Risk Agent*)

Si : *Severity* (Dampak Kejadian Risiko)

Rij : Korelasi Antara *Risk Agent* dan *Risk Event*.

**Tabel 4.14 Tabel HOR Fase 1**

Risk Event	Risk Agent													Severity of Risk Event
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	
E1	1			1		1		3		3		1		3
E2			3		3		3		9		1			3
E3		1				1							3	3
E4	3			3			1		1		1	1		4
E5			1		1		9	1		3			1	3
E6		1				3						1		2
E7			3											2
E8	1				3	1		3	1		3		1	2
E9		1		1			3			1				3
E10												9		2
E11			1		9			1	3		1			3
E12	3	1					3						3	4
E13				3						1		1		3
E14	3					3		3	3					3
E15		3			1						1		1	2
E16			1				3							3
E17				3		3		3				1		2
E18	1								3				9	2
E19		3			3		3			3		3		3
E20								9			3			2
E21			1	3					3					2
E22	1				3	3				3				2
E23		1					3		1			1		3
E24	3		1		3			3			3		3	3
Occurence of Agent	2	1	2	3	1	1	2	1	1	2	3	2	1	
ARP	102	29	58	117	71	35	172	63	69	78	99	88	55	
Priority Rank of Agent	4	28	14	3	10	24	1	13	11	9	5	7	15	

**Tabel 4.14 Tabel HOR Fase 1 (Lanjutan)**

Risk Event	Risk Agent													Severity of Risk Event
	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	
E1	1		1	1	3			3				3		3
E2														3
E3		1			3		3			1				3
E4	1		1	1		1					1	3	1	4
E5								3						3
E6					1		3						3	2
E7	3		3	1		3						1		2
E8									3					2
E9		1			3			9			1			3
E10	3						1			1			3	2
E11				1		3			3			3		3
E12		3	3								3			4
E13					1		3	3					1	3
E14	3									1		9		3
E15			1			1								2
E16														3
E17					1			1		9			1	2
E18	3			3		1	3				3			2
E19		9										3		3
E20								1		1			3	2
E21	3					1								2
E22			3		1				1		1	1		2
E23		1					3							3
E24	1			1		3		1	3	1		1	1	3
<b>Occurence of Agent</b>	2	1	1	1	1	2	1		1	1	1	2	1	
<b>ARP</b>	86	48	33	20	36	68	41	44	26	32	27	146	30	
<b>Priority Rank of Agent</b>	8	18	25	33	23	12	20	19	31	26	30	2	27	

**Tabel 4.14 Tabel HOR Fase 1 (Lanjutan)**

Risk Event	Risk Agent							Severity of Risk Event
	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	
E1		3			1			3
E2			3	3			1	3
E3	1				1	3		3
E4				1				4
E5		1	1					3
E6					3		1	2
E7	1			1				2
E8			3		3			2
E9		3				3	3	3
E10	3							2
E11				3	1			3
E12			3					4
E13	1				3			3
E14				3			3	3
E15			1					2
E16						1		3
E17	1			1				2
E18								2
E19		3			3			3
E20	1		3			3		2
E21				1	1		1	2
E22			3					2
E23	1							3
E24		3	1		3		1	3
<b>Occurence of Agent</b>	1	1	2	1	1	2	1	
<b>ARP</b>	21	39	94	37	50	54	28	
<b>Priority Rank of Agent</b>	32	21	6	22	17	16	29	

Pada Tabel 4.15 terdapat hasil perhitungan ARP dan peringkat agen risiko prioritasnya. Peringkat ini disusun berdasarkan nilai ARP dari yang terbesar ke terkecil. Semakin besar nilai ARP nya, maka peringkatnya semakin kecil dan agen risikonya juga

semakin diprioritaskan. Hasil perhitungan ARP dan peringkat agen risiko prioritasnya dapat dilihat pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.15 Peringkat Agen Risiko**

<b>Kode Agen Risiko</b>	<b>Peringkat</b>	<b>ARP</b>
A7	1	172
A25	2	146
A4	3	117
A1	4	102
A11	5	99
A29	6	94
A12	7	88
A14	8	86
A10	9	78
A5	10	71
A9	11	69
A19	12	68
A8	13	63
A3	14	58
A13	15	55
A32	16	54
A31	17	50
A15	18	48
A21	19	44
A20	20	41
A28	21	39
A30	22	37
A18	23	36
A6	24	35
A16	25	33
A23	26	32

**Tabel 4.15 Peringkat Agen Risiko (Lanjutan)**

<b>Kode Agen Risiko</b>	<b>Peringkat</b>	<b>ARP</b>
A26	27	30
A2	28	29
A33	29	28
A24	30	27
A22	31	26
A27	32	21
A17	33	20

Berdasarkan Tabel 4.15 nilai ARP tertinggi terdapat pada agen risiko dengan kode A7 dengan nilai 172 dan mendapatkan peringkat 1. Hal ini menunjukkan bahwa agen risiko tersebut memiliki prioritas utama dalam penanganannya dibandingkan dengan yang lain. Hal ini dikarenakan, semakin tinggi nilai ARP suatu agen risiko, maka akan berbanding lurus dengan tingkat dampak yang akan ditimbulkan dalam proses penyelesaian suatu proyek.

#### **4.5.4 Pengelompokkan Agen Risiko Prioritas dengan Perhitungan Pareto**

Dalam penanganan risiko tidak semua agen risiko mendapatkan sebuah penanganan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu dari sisi biaya yang dikeluarkan dalam proses penanganan dan tingkat dampak yang ditimbulkan dianggap terlalu kecil. Dengan demikian, tidak semua agen risiko ditangani oleh pemilik proyek, kecuali agen risiko yang dianggap prioritas.

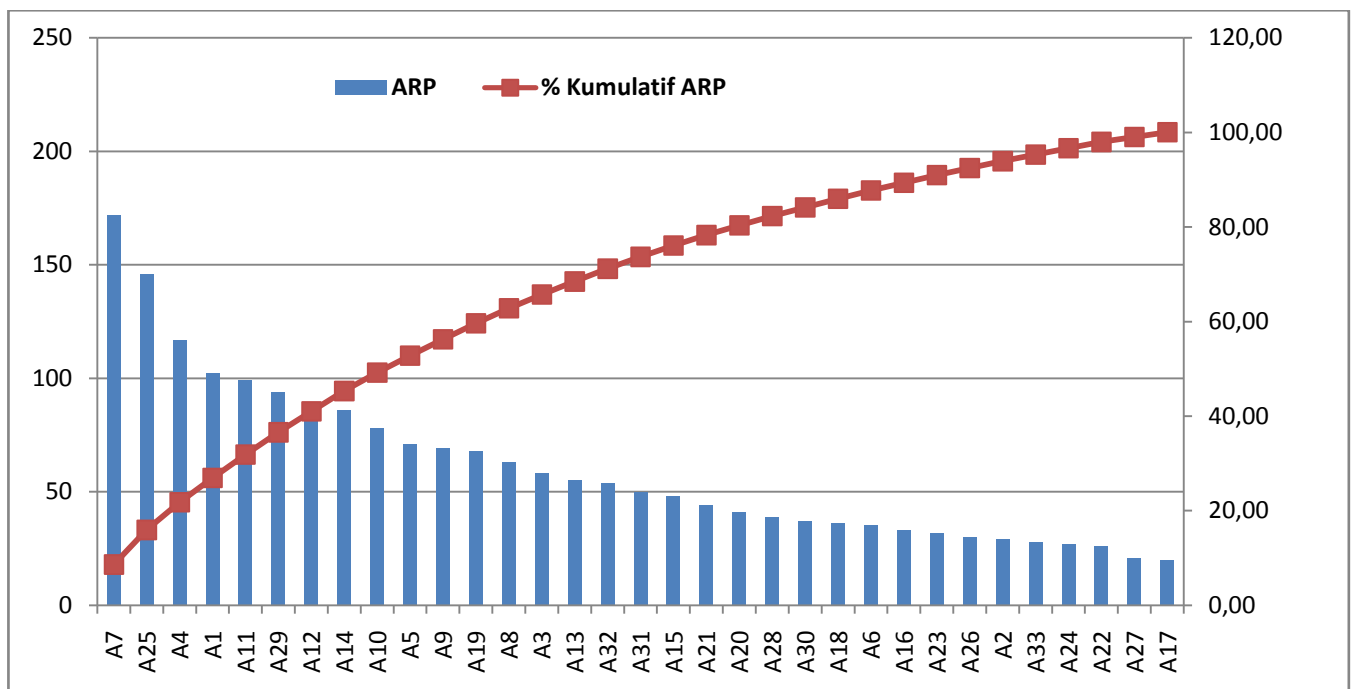
Penentuan kategori agen risiko prioritas dilakukan dengan menggunakan hukum Pareto atau dikenal dengan hukum 80 : 20. Aplikasi hukum Pareto pada risiko adalah bahwa 80% kerugian pemilik proyek diakibatkan oleh 20% risiko yang krusial. Dengan memfokuskan 20% risiko yang krusial, maka dampak risiko pemilik proyek sebesar 80% dapat teratasi. Pengelompokkan kategori agen risiko prioritas dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Gambar 4.2.

**Tabel 4.16 Pengelompokkan Kategori Agen Risiko Prioritas**

<b>Agen Risiko</b>	<b>Peringkat</b>	<b>ARP</b>	<b>Kumulatif ARP</b>	<b>% ARP</b>	<b>% Kumulatif ARP</b>	<b>Kategori</b>
A7	1	172	172	8.62	8.62	Prioritas
A25	2	146	318	7.31	15.93	
A4	3	117	435	5.86	21.79	
A1	4	102	537	5.11	26.90	
A11	5	99	636	4.96	31.86	
A29	6	94	730	4.71	36.57	
A12	7	88	818	4.41	40.98	
A14	8	86	904	4.31	45.29	Non Prioritas
A10	9	78	982	3.91	49.20	
A5	10	71	1053	3.56	52.76	
A9	11	69	1122	3.46	56.21	
A19	12	68	1190	3.41	59.62	
A8	13	63	1253	3.16	62.78	
A3	14	58	1311	2.91	65.68	
A13	15	55	1366	2.76	68.44	
A32	16	54	1420	2.71	71.14	
A31	17	50	1470	2.51	73.65	
A15	18	48	1518	2.40	76.05	
A21	19	44	1562	2.20	78.26	
A20	20	41	1603	2.05	80.31	
A28	21	39	1642	1.95	82.26	
A30	22	37	1679	1.85	84.12	
A18	23	36	1715	1.80	85.92	
A6	24	35	1750	1.75	87.68	
A16	25	33	1783	1.65	89.33	
A23	26	32	1815	1.60	90.93	

**Tabel 4.21 Pengelompokkan Kategori Agen Risiko Prioritas (Lanjutan)**

Agen Risiko	Peringkat	ARP	Kumulatif ARP	% ARP	% Kumulatif ARP	Kategori
A26	27	30	1845	1.50	92.43	Non Prioritas
A2	28	29	1874	1.45	93.89	
A33	29	28	1902	1.40	95.29	
A24	30	27	1929	1.35	96.64	
A22	31	26	1955	1.30	97.95	
A27	32	21	1976	1.05	99.00	
A17	33	20	1996	1.00	100.00	
<b>Total</b>		1996		100		



**Gambar 4.2 Diagram Pareto Agen Risiko**



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Lintasan kritis pada penjadwalan proyek didapatkan dengan program Microsoft Project. Dari hasil penjadwalan proyek menggunakan program ini didapatkan lintasan kritis yang terdiri dari kegiatan Mobilitas dan Survey - ROW Clearing - Load and Unload Pipa – Stringing – Line Up Welding – NDT – FJC – Holiday Test – Lowering – Backfill – Pigging – Hydrotest - Aerial Marker, Warning Sign, Marker Sign - Re-Instatement dengan durasi penyelesaian 152 hari.
2. Hasil analisis risiko dengan metode *House of Risk* (HOR) menyatakan terdapat 24 kejadian risiko dan 33 agen risiko yang telah diidentifikasi pada lintasan kritis. Dari perhitungan nilai ARP diketahui peringkat tertinggi ARP yaitu 172 yang terjadi pada agen risiko dengan kode A7. Nilai ARP berbanding lurus dengan kategori prioritas agen risikonya. Terdapat tujuh agen risiko yang termasuk dalam kategori prioritas dari 33 agen risiko yang telah diidentifikasi. Kategori agen risiko prioritas menunjukkan bahwa ketujuh agen risiko ini memiliki andil 40.98 persen dari seluruh penyebab terjadinya kejadian risiko yang dialami sesuai dengan hasil yang didapatkan dari perhitungan Pareto.
3. Dari hasil yang didapatkan dapat diketahui agen-agen risiko mana saja yang termasuk dalam kategori prioritas, yaitu agen risiko yang dapat mempengaruhi penjadwalan proyek pipa transmisi gas ini. Terdapat tujuh agen risiko prioritas yaitu SDM yang terbatas, terjadi miskomunikasi antara pelaksana dan pemilik proyek, faktor perubahan musim, terjadi kerusakan material mendadak, tidak dipatuhinya standard keamanan kerja oleh karyawan, alat angkut/transportasi rusak, dan terjadi kecelakaan karyawan.

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Diharapkan metode penjadwalan yang terdapat pada penelitian ini dapat dilakukan pada pipa transmisi selain gas, seperti pipa transmisi berbentuk air (*liquid*) dan kepentingan lainnya.
2. Identifikasi kejadian risiko dan agen risiko perlu diperluas dan dibuat lebih mendetail agar nilai risiko-nya lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, T. H. 1997. *Prinsip-Prinsip Network Planning*. Jakarta : PT. Gramedia.
- AS/NZS 4360. 2004. *Australian/New Zealand Standard Risk Management*. Standard Association of Australia, New South Wales.
- Besterfield, D. H. 1998. *Quality Control*. New Jersey : Prentice-Hall Inc.
- Bunawan. 2005. “Pengantar Manajemen Operasi”. Diktat Kuliah Universitas Gunadarma.
- Chatfield, C. S. dan Johnson, T. D. 2004. *Step by Step Microsoft Project 2013*. Washington : Microsoft Press.
- Clough, R. H. dan Scars, G. A. 1991. *Construction Project Management*. Canada : John Willey & Sons Inc.
- Dipohusodo, I. 1995. *Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid I*. Yogyakarta : Kanisius.
- Erizal. 2007. “Manajemen Konstruksi : Pengenalan Ms. Project”. Diktat Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor.
- Gray, C.F. dan Larson, E.W. 2007. *Manajemen Proyek Edisi 3*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Harsanto, B. 2011. “Manajemen Proyek Menggunakan Ms. Project 2010”. Makalah Pada Pelatihan Manajemen Proyek 25-29 Juli 2011. Jakarta.
- Herumanta, B. 2009. *Metode PDM*. Yogyakarta : Andi.
- Husen, A. 2009. *Manajemen Proyek : Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek, Edisi Revisi*. Yogyakarta : Andi.
- Kammer, H. 2011. *Metode Penjadwalan Proyek*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Kerzner, H. 2000. *Project Management : A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling Seventh Edition*. New Jersey : John and Wiley Inc.
- Lutfi, A. dan Irawan, H. 2012. “Analisis Risiko Rantai Pasok Dengan Metode House Of Risk (HOR) : Studi Kasus Pada PT. XXX”. *Jurnal Manajemen Indonesia*, Vol. 12, No. 1, April 2012.
- Madcoms. 2008. *Microsoft Project 2007 Untuk Pemula*. Yogyakarta : Andi.
- Mitra, A. 1993. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. Singapore : Mac Millan Publishing Co.
- Muhlbauer, W. K. 2004. *Pipeline Risk Management Manual 3rd Edition*. Canada : Gulf Professional Publishing.
- Nasution, M. N. 2004. *Manajemen Mutu Terpadu Total Quality Management*. Bogor : Graha Indonesia.
- Prasetya, H. dan Lukiasuti, F. 2009. *Manajemen Operasi*. Jakarta : PT. Buku Kita.

- Proboyo, B. 1999. *Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek : Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-Penyebabnya*. Jakarta : Dimensi Teknik Sipil.
- Pujawan, I.N. dan Geraldin, L.H. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya : Guna Widya.
- Pujawan, I.N. dan Geraldin, L.H. 2009. "Supply Chain Risk Management (SCRM) : A Case Study on the Automotive and Electronic Industries in Brazil". *Supply Chain Management : An International Journal*, Vol. 14, No. 4, p 247-252.
- Santosa, B. 2003. *Manajemen Proyek, Edisi Pertama*. Surabaya : Guna Widya.
- Scott, B. dan Bringham, E. F. 2000. *Essentials of Managerial Finance Twelfth Edition*. Orlando : Harcourt Inc.
- Siahaan, H. 2007. *Manajemen Risiko : Konsep, Kasus, dan Implementasi*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- Soeharto, I. 1995. *Manajemen Proyek*. Jakarta : Erlangga.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek Jilid I*. Jakarta. Erlangga.
- Sompie, B. F. dkk. 2013. "Aplikasi Microsoft Project Dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek". *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 1, No. 18, Juli 2013, 543-548.
- Stephanie, S. dan Dinariana, D. 2016. "Project Planning and Controlling Gedung Rusunawa Universitas Indonesia Dengan Ms. Project". *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, Vol. 4, No. 2, Juli 2016, Hal. 181-190.
- Syafriandi. 2003. *Aplikasi Microsoft Project 2000 Untuk Penjadwalan Kerja Dalam Proyek Teknik Sipil*. Jakarta : Dinastindo.
- Syeh, M. S. 2004. *Manajemen Proyek : Kiat Sukses Mengelola Proyek*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Taha, H. A. 1996. *Riset Operasi Edisi Kelima*. Jakarta : Penerbit Binarupa Aksara.
- Tampubolon, F. dkk. 2013. "Pengelolaan Risiko Supply Chain dengan Metode House of Risk". *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 1, No. 3, September 2013, pp.222-226.
- Wisal, H. W. dkk. 2000. "Perencanaan Alokasi Material Pada Proyek Pembangunan Gedung Hotel Tri Star Makassar Menggunakan Microsoft Project". *Jurnal Teknik Sipil*.
- Wulfram, I. E. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Andi.

**LAMPIRAN A**  
**KUISIONER PENILAIAN RISIKO**

JUDUL TUGAS AKHIR :  
“MANAJEMEN PENJADWALAN BERBASIS RISIKO PADA PROYEK PIPA  
TRANSMISI GAS GRESIK-SEMARANG”

**I. Kuisioner**

Kuisioner ini dibuat sebagai bahan dalam menyelesaikan tugas akhir program Sarjana Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Untuk kepentingan penelitian, dimohon agar kuisioner ini dapat diisi secara objektif dan sebenar-benarnya.

Tujuan dari penelitian ini :

- a. Mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) dan dampaknya (*severity*) pada setiap aktivitas proyek.
- b. Mengidentifikasi penyebab terjadinya risiko (agent risiko) dan frekuensi terjadinya risiko (*occurance*).
- c. Menentukan relasi antara kejadian risiko dan agen penyebab terjadinya risiko.

Peneliti :  
Annisa Nurbaity  
Mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
No. Hp : 085888990654  
E-mail : nisa\_sar@yahoo.com

## A. Data Responden

Nama Responden : .....  
Jenis Kelamin : Pria/Wanita<sup>\*)</sup>  
Usia Responden : .....  
Pendidikan Terakhir : SMA/STM/D3/D4/S1/S2/Lain-lain.....<sup>\*)</sup>  
Posisi/Jabatan : .....

\*) coret yang tidak perlu

## B. Penilaian Risiko

Kuisisioner ini bertujuan untuk memberikan penilaian terhadap kejadian dan agent risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya. Kriteria yang harus diisi berupa :

### 1. Dampak Kejadian Risiko (Severity)

Skala penilaian severity dapat dilihat pada tabel berikut :

Skala Penilaian Severity	
Nilai Severity	Description
1	Dampak yang terjadi sangat kecil (dapat diabaikan)
2	Dampak yang ditimbulkan memiliki pengaruh yang kecil terhadap keberlangsungan kegiatan proyek ( <i>No injuries, low financial loss</i> )
3	Dampak yang ditimbulkan dalam kategori sedang terhadap keberlangsungan kegiatan proyek ( <i>First aid treatment, medium financial loss</i> )
4	Memiliki dampak yang serius ( <i>medical treatment requires, high financial loss</i> )

### 2. Frekuensi Penyebab Terjadinya Risiko (Occurance)

Skala penilaian occurance dapat dilihat pada tabel berikut :

Skala Penilaian Occurance	
Nilai Occurance	Description
1	Terjadi satu kali dalam satu bulan
2	Terjadi satu kali dalam satu minggu
3	Terjadi satu kali dalam satu hari

### 3. Korelasi (Correlation)

Nilai korelasi menunjukkan hubungan antara suatu kejadian risiko dengan penyebab risiko (*risk agent*). Skala korelasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Skala Penilaian Correlation	
Nilai Korelasi	Description
0	Tidak ada hubungan korelasi antara agen risiko dan kejadian risiko
1	Adanya korelasi yang lemah antara agen risiko dan kejadian risiko
3	Adanya korelasi yang sedang antara agen risiko dan kejadian risiko
9	Adanya korelasi yang kuat antara agen risiko dan kejadian risiko



Code	Kejadian Risiko/Risk Event	Nilai Severity	Code	Penyebab Risiko/Risk Agent	Nilai Occurance
E1	Keterlambatan pembayaran kontraktor		A1	Kewenangan kepala proyek terbatas	
E2	Perubahan desain konstruksi		A2	Faktor perubahan musim	
			A3	Lahan galian tidak sesuai dengan yang direncanakan	
			A4	Tidak jelasnya kondisi eksisting infrastruktur bawah tanah (kabel fiber optik, pipa PDAM)	
E3	Pelanggaran kontrak kerja		A5	Perundingan tidak mendapatkan kesepakatan	
E4	Keterlambatan inspeksi		A6	Komunikasi yang kurang efektif	
E5	Pekerjaan terhenti		A7	Pengawasan pekerjaan proyek kurang	
			A8	Tidak dipatuhinya standard keamanan kerja oleh karyawan	
			A9	Terjadi kecelakaan karyawan	
			A10	Lahan yang tidak teridentifikasi dengan baik mengakibatkan protes masyarakat	

Code	Kejadian Risiko/Risk Event	Nilai Severity	Code	Penyebab Risiko/Risk Agent	Nilai Occurance
E6	Kerusakan material dan alat-alat proyek		A11	Kesalahan pekerja dalam proses instalasi	
			A12	Tidak hati-hati pada saat proses backfill, sehingga merusak coating pipa	
			A13	Terjadi kesalahan dalam pengiriman material	
E7	Ketidaksesuaian spesifikasi material yang disepakati		A14	Ketidaktelitian dalam inspeksi material	
E8	Keterlambatan pada jadwal proyek		A15	Komunikasi yang kurang efektif	
			A16	Keterlambatan keputusan manajemen	
			A17	Terjadi kecelakaan seperti terbakar, sinar UV dalam pengelasan, tersetrum kabel las	
			A18	Putus kabel <i>sling</i> pada saat proses lowering	
			A19	Karyawan tertimpa dan dan terjepit pipa pada proses stringing	
E9	Kondisi keuangan yang buruk		A20	Tidak dipatuhinya pasal-pasal dalam kontrak	
			A21	Pendanaan proyek tidak lancar	
			A22	Kegagalan dalam negosiasi dengan pemilik proyek	
			A23	Terjadi kerusakan pada material, sehingga menimbulkan kerugian dan pengiriman ulang material yang baru	

Code	Kejadian Risiko/Risk Event	Nilai Severity	Code	Penyebab Risiko/Risk Agent	Nilai Occurance
E10	Perubahan jadwal pelaksanaan		A24	Kurang matangnya manajemen proyek	
			A25	Terjadi ledakan atau kebakaran	
			A26	Kurangnya kapasitas pasokan material	
E11	Kualitas material yang buruk		A27	Terjadi kesalahan dalam pemilihan material	
			A28	Kurangnya ketelitian dalam pemilihan material	
E12	Koordinasi pelaksanaan proyek yang kurang memadai		A29	Terjadi miskomunikasi antara pelaksana dan pemilik proyek	
E13	Kecelakaan dalam pengiriman barang		A30	Terjadinya kecelakaan transportasi	
			A31	Penanganan pengiriman tidak standar (perlindungan panas, hujan, dll)	
E14	Kualitas pekerjaan yang buruk		A32	Kerja mesin dan alat-alat proyek tidak sempurna	
			A33	Tidak disiplinnya operator alat berat dalam pengaplikasian alatnya	
E15	Perencanaan kapasitas material yang tidak sesuai dengan yang direncanakan		A34	Terjadi kerusakan material mendadak	
			A35	Referensi harga yang tidak tepat/akurat	

Code	Kejadian Risiko/Risk Event	Nilai Severity	Code	Penyebab Risiko/Risk Agent	Nilai Occurance
E16	Perubahan desain konstruksi		A36	Kurang koordinasi	
			A37	Faktor perubahan musim	
			A38	Lahan galian tidak sesuai dengan yang direncanakan	
			A39	Tidak jelasnya kondisi eksisting infrastruktur bawah tanah (kabel fiber optik, pipa PDAM)	
E17	Kurangnya keahlian dan kualifikasi sumber daya manusia		A40	SDM yang terbatas	
E18	Pelanggaran perjanjian kontrak oleh pihak supplier		A41	Kesalahan pemilihan supplier	
E19	Proses yang tidak efisien		A42	Kurang komunikasi dan informasi	
E20	Kesalahan dalam penandaan material (Marking)				
E21	Kesalahan dalam penyambungan pipa				
E22	Pekerjaan terhenti		A43	Pengawasan pekerjaan proyek kurang	
			A44	Tidak dipatuhinya standard keamanan kerja oleh karyawan	
			A45	Terjadi kecelakaan karyawan	
			A46	Lahan yang tidak teridentifikasi dengan baik mengakibatkan protes masyarakat	
			A47	Evaluasi akhir design lama	

Code	Kejadian Risiko/Risk Event	Nilai Severity	Code	Penyebab Risiko/Risk Agent	Nilai Occurance
E23	Ketidaksesuaian spesifikasi material yang disepakati		A48	Ketidakteitian dalam inspeksi material	
E24	Kegagalan mesin ( <i>downtime</i> )		A49	Faktor keterandalan peralatan mesin selama proyek berlangsung	
			A50	Kurangnya manajemen peralatan mesin	
			A51	Faktor eksternal/lingkungan	
E25	Perubahan jadwal pelaksanaan		A52	Kurang matangnya manajemen proyek	
			A53	Terjadi ledakan atau kebakaran	
			A54	Kurangnya kapasitas pasokan material	
			A55	Putus kabel sling pada saat proses lowering	
E26	Kualitas material yang buruk		A56	Terjadi kesalahan dalam pemilihan material	
			A57	Kurangnya ketelitian dalam pemilihan material	
E27	Koordinasi pelaksanaan proyek yang kurang memadai		A58	Terjadi miskomunikasi antara pelaksana dan pemilik proyek	
E28	Kecelakaan dalam pengiriman barang		A59	Terjadinya kecelakaan transportasi	
			A60	Penanganan pengiriman tidak standar (perlindungan panas, hujan, dll)	

Code	Kejadian Risiko/Risk Event	Nilai Severity	Code	Penyebab Risiko/Risk Agent	Nilai Occurance
E29	Keterbatasan jumlah designer		A61	Banyaknya SDM kompeten yang berhenti/pindah	
E30	Kurangnya alat transportasi pada saat proses pengangkutan		A62	Alat angkut/transportasi rusak	
E31	Kelayakan alat angkut/transportasi				
E32	Produk terkontaminasi (berkarat/korosi)		A63	Inspeksi kualitas yang tidak teliti	
E33	Terjadi kekurangan pasokan material		A64	Kualitas barang dari supplier tidak sesuai dengan standar mutu	
E34	Kualitas tidak sesuai dengan standar mutu				
E35	Proses negosiasi terhambat karena gangguan teknis				
E36	Pemadaman listrik		A65	Faktor gangguan alam/bencana alam	
E37	Kurangnya perawatan mesin/peralatan		A66	Usia barang/peralatan tua	
E38	Terjadi kerusakan material pada saat pengiriman				

Responden,

**Tabel 1. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj)**

	Nilai Korelasi																							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A10	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23
E1																								
E2																								
E3																								
E4																								
E5																								
E6																								
E7																								
E8																								
E9																								
E10																								
E11																								
E12																								
E13																								
E14																								

**Tabel 2. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj) (Lanjutan)**

	Nilai Korelasi																							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A10	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23
E15																								
E16																								
E17																								
E18																								
E19																								
E20																								
E21																								
E22																								
E23																								
E24																								
E25																								
E26																								
E27																								
E28																								
E29																								
E30																								
E31																								
E32																								



**Tabel 3. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj) (Lanjutan)**

	Nilai Korelasi																							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A10	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23
E33																								
E34																								
E35																								
E36																								
E37																								
E38																								

**Tabel 4. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj)**

	Nilai Korelasi																							
	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39	A40	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47
E1																								
E2																								
E3																								
E4																								
E5																								
E6																								
E7																								
E8																								
E9																								
E10																								
E11																								
E12																								
E13																								
E14																								

**Tabel 5. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj) (Lanjutan)**

	Nilai Korelasi																							
	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39	A40	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47
E15																								
E16																								
E17																								
E18																								
E19																								
E20																								
E21																								
E22																								
E23																								
E24																								
E25																								
E26																								
E27																								
E28																								
E29																								
E30																								
E31																								
E32																								

**Tabel 6. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj) (Lanjutan)**

	Nilai Korelasi																							
	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39	A40	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47
E33																								
E34																								
E35																								
E36																								
E37																								
E38																								

**Tabel 7. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj)**

	Nilai Korelasi																		
	A48	A49	A50	A51	A52	A53	A54	A55	A56	A57	A58	A59	A60	A61	A62	A63	A64	A65	A66
E1																			
E2																			
E3																			
E4																			
E5																			
E6																			
E7																			
E8																			
E9																			
E10																			
E11																			
E12																			
E13																			
E14																			

**Tabel 8. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj) (Lanjutan)**

	Nilai Korelasi																		
	A48	A49	A50	A51	A52	A53	A54	A55	A56	A57	A58	A59	A60	A61	A62	A63	A64	A65	A66
E15																			
E16																			
E17																			
E18																			
E19																			
E20																			
E21																			
E22																			
E23																			
E24																			
E25																			
E26																			
E27																			
E28																			
E29																			
E30																			
E31																			
E32																			

**Tabel 9. Nilai Korelasi Kejadian Resiko (Ei) dan Agen Risiko (Aj) (Lanjutan)**

	Nilai Korelasi																		
	A48	A49	A50	A51	A52	A53	A54	A55	A56	A57	A58	A59	A60	A61	A62	A63	A64	A65	A66
E33																			
E34																			
E35																			
E36																			
E37																			
E38																			

**LAMPIRAN B**  
**TABULASI DATA RESPONDEN**



## TABULASI DATA RESPONDEN

### 1. Tabulasi Data Identitas 30 Responden

No.	Nama	Usia	Jenis Kelamin	Pendidikan	Posisi/Jabatan
1.	Responden 1	25 Tahun	Pria	STM	Engineering
2.	Responden 2	25 Tahun	Pria	S1	Engineering
3.	Responden 3	29 Tahun	Pria	STM	Engineering
4.	Responden 4	38 Tahun	Pria	S2	Pelaksana
5.	Responden 5	31 Tahun	Pria	S1	Site Manager
6.	Responden 6	24 Tahun	Pria	D3	Engineering
7.	Responden 7	35 Tahun	Pria	STM	Surveyor
8.	Responden 8	26 Tahun	Pria	S1	Engineering
9.	Responden 9	30 Tahun	Pria	S1	Supervisor
10.	Responden 10	26 Tahun	Pria	S1	Engineering
11.	Responden 11	24 Tahun	Pria	S1	Engineering
12.	Responden 12	30 Tahun	Pria	S1	Engineering
13.	Responden 13	26 Tahun	Pria	S1	Engineering
14.	Responden 14	23 Tahun	Pria	S1	Engineering
15.	Responden 15	26 Tahun	Pria	S1	Engineering
16.	Responden 16	24 Tahun	Wanita	SMA	Staff Umum
17.	Responden 17	35 Tahun	Pria	D3	Staff Umum
18.	Responden 18	26 Tahun	Wanita	S1	Staff Umum
19.	Responden 19	28 Tahun	Wanita	S1	Staff Umum
20.	Responden 20	26 Tahun	Pria	S1	Quantity Surveyor
21.	Responden 21	36 Tahun	Pria	S1	Safety Officer
22.	Responden 22	31 Tahun	Pria	S1	Safety Officer
23.	Responden 23	25 Tahun	Pria	S1	Engineering
24.	Responden 24	33 Tahun	Pria	S1	Quantity Surveyor
25.	Responden 25	34 Tahun	Pria	S1	Quality Control
26.	Responden 26	39 Tahun	Pria	S2	Site Administration Manager
27.	Responden 27	28 Tahun	Wanita	S1	Staff Administrasi
28.	Responden 28	29 Tahun	Pria	S2	Site Engineering Manager

**1. Tabulasi Data Identitas 30 Responden (Lanjutan)**

<b>No.</b>	<b>Nama</b>	<b>Usia</b>	<b>Jenis Kelamin</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Posisi/Jabatan</b>
29.	Responden 29	31 Tahun	Pria	STM	Engineering
30.	Responden 30	35 Tahun	Wanita	STM	Staff Administrasi

## **LAMPIRAN C**

### **NETWORK DIAGRAM**

## **BIODATA PENULIS**



Annisa Nurbaity adalah anak ketiga dari lima bersaudara. Lahir di Jakarta pada tanggal 30 Agustus 1994. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri 07 Pagi dari tahun 2000-2006, SMP Negeri 121 Jakarta pada tahun 2006-2009, dan SMA Negeri 13 Jakarta pada tahun 2009-2012. Penulis melanjutkan studi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan Departemen Teknik Kelautan – Fakultas Teknologi Kelautan melalui jalur Mandiri. Selama masa perkuliahan, penulis mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) IFLS dan Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Teknik Kelautan. Penulis melaksanakan kerja praktek di PT. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) periode Juli – September 2015. Tugas akhir penulis mengenai Manajemen Penjadwalan Berbasis Risiko Pada Proyek Pipa Transmisi Gas Gresik-Semarang.

*Contact person* : annisanurbaity30@yahoo.com